BHS
IC
48-4

BHS I C 48-4

Bayer. ... -n- und Salzwerke ... Gesellschaft
Bibliothek:
Gruppe: I e
B Nr. 48

Ueber den Betrieb

der

Hohöfen, Cupolöfen,

Frischfeuer und Schmiedeessen

mit

erhitzter Gebläseluft.

Nebst

der Beschreibung eines damit in Verbindung stehenden Holzverkohlungsofens.

Von

Carl Hartmann.

BIBLIOTHEK
DER K.B.GENERAL
BERGW.U.SALINEN
ADMINISTR.

Viertes Heft.

Mit 5 lithographirten Tafeln.

Quedlinburg und Leipzig.

Druck und Verlag von Gottfr. Basse.

1837.

Bayerische Staatsbibliothek München

906

Bayerische
Staatsbibliothek
München

Vorwort.

Das vorliegende Heft meiner seit vier Jahren jährlich erschienenen Schrift „über den Hüttenbetrieb mit erhitzter Gebläseluft,“ enthält wiederum einige besonders interessante und wichtige Aufsätze. Ich rechne hauptsächlich dahin, die Beschreibung des Cabrol'schen Apparates und die damit erlangten Resultate, so wie die Beschreibung eines Verkohlungsofens, der mit der von den Hohofengichten oder den Frischfeuern unbenutzt entweichenden Flamme erhitzt wird und auf einigen Eisenhüttenwerken in den Ardennen die glänzendsten Resultate gegeben hat. Indem ich Hüttenbesitzer und Hüttenbeamte ganz besonders auf diese, bei dem stets zunehmenden Holzmangel, höchst wichtige neue Erfindung aufmerksam mache, zweifele ich keineswegs, daß auch an andern Orten die so klar vorliegenden großen Vortheile dieses neuen Verfahrens erreicht werden, wenn nur die gar nicht kostspieligen Versuche einmal angestellt werden.

Wurde die Herausgabe des vorliegenden Heftes durch mehrfache Umstände verspätet, so kann ich dagegen das Versprechen geben, daß das 5te Heft um so eher nachfolgen soll; es wird die Beschreibung und Abbildung mehrer Apparate enthalten, die sich durch mehrjährige Benutzung als vorzüglich bewährt haben.

Braunschweig, im Juni 1837.

H.

Inhaltsverzeichniß.

Seite

I. Ueber die, mit dem Cabrol'schen Apparat zur Erhitzung der Gebläseluft, zu Alais im französischen Gard-Departement angestellten Versuche. 1

II. Beschreibung eines, dem Cabrol'schen ähnlichen Apparates zur Erhitzung der Gebläseluft. 25

III. Ueber die Anwendung heißer Luft bei der Gewinnung von Roheisen. 29

IV. Ueber die Berechnung der Geschwindigkeit und Quantität der erhitzten Gebläseluft. 40

V. Beschreibung eines Metallthermometers zum Messen der Temperatur der erhitzten Gebläseluft. 52

VI. Betrieb der Schmiedeessen mit erhitzter Gebläseluft. 54

VII. Ueber die Anwendung erwärmter Luft zur Speisung des Feuers in Stubenöfen. 63

VIII. Resultate, welche bei Anwendung des Cabrol'schen Apparates, bei einem der Hohöfen der Aveyron-Werke, erlangt worden sind. 74

IX. Ueber ein neues Verfahren beim Verkohlen des Holzes, mittelst der aus den Hohöfen und von den Frischfeuern entweichenden Hitze, und in Verbindung mit dem Betriebe mit erhitzter Gebläseluft. . 76

I.

Ueber die, mit dem Cabrol'schen Apparat zur Erhitzung der Gebläseluft, zu Alais im französischen Gard-Departement angestellten Versuche.

Wir erwähnten dieses Apparates bereits auf S. 114 im 3. Hft. dieses Werkes und theilen jetzt die Resultate der, mit demselben bei den Hohöfen zu Alais angestellten Versuche, nach einem amtlichen Bericht des Bergingenieurs Thibaud, in den Annales des Mines, 3me série, Tom. VIII. p. 193 etc., mit.

Das Verfahren, bei den Hohöfenprocessen erwärmte Luft anzuwenden, hat seit seiner Einführung in Frankreich keine so allgemeine Anwendung gefunden, als man es anfangs hoffte. Die Abneigung einer großen Menge Hüttenbesitzer gegen dies Verfahren kann eines Theils dem Umstande zugeschrieben werden, daß die zu diesem Behufe errichteten Apparate, je nach den Localitäten sehr abweichende Resultate gegeben und anfangs nicht immer die Erwartungen, die man sich davon gemacht hatte, befriedigt haben, — andern Theils aber dem, daß überhaupt ihre Anlage sehr kostspielig ist, sie einen großen Raum einnehmen, häufige Reparaturen nöthig machen, vorzüglich wenn man die Temperatur der Luft sehr hoch steigern will, und folglich oft Veranlassung geben, daß die Arbeit unterbrochen werden muß. Diese Apparate sind in ihrer Einrichtung und Gestalt verschieden, stimmen aber alle darin überein, daß die atmosphärische Luft vom Brennmaterial getrennt ist, durch welches sie erhitzt ist — und ohne irgend eine Veränderung in dem innern Raume des Hohofens ankommt.

Herr Cabrol, früher Director der Eisenwerke von Decazeville (Aveyron=Departement), wendet, statt gewöhnliche erhitzte atmosphärische Luft in den Hohöfen zu leiten, zu diesem Behuf ein sehr stark erhitztes Gemenge von atmosphärischer Luft und Gasen an, die er durchs Verbrennen von Steinkohlen erhält. Er hat zu diesem Zwecke einen äußerst einfachen und sinnreichen Apparat erdacht.

Derselbe besteht aus einem Herd, der in eine Art Behälter oder Kasten von Gußeisen gestellt ist, und am Boden mit dem Regulator des Gebläses, oben aber mit dem Windkanal in Verbindung steht. Die durch die Maschine gelieferte Luft durchströmt diesen glühenden Herd, und zersetzt sich da theilweise, indem sie sich mehr oder weniger stark erhitzt, je nach der Schnelligkeit ihres Durchströmens, der Oberfläche des Rostes und der Menge von Brennmaterial, die sie da angehäuft findet *). Unmittelbar darauf kommt sie in den Hohofen an. Der Herd ist inwendig ausgefüttert, so daß der Windkanal aus feuerfesten Backsteinen durch Kohlenpulver von dem gußeisernen Behälter getrennt ist, um allem Verlust an Wärme vorzubeugen. Der Herd und jener Kasten sind in einem noch größeren gußeisernen Behälter eingeschlossen, der auf die Weise eingerichtet ist, daß der Arbeiter, der den Dienst bei dem Apparate hat, nach Willkür eintreten kann, um theils Brennmaterial auf den Rost zu werfen, theils die Asche wegzunehmen, die denselben verstopfen kann. Der Apparat bei den mit Holzkohlen gespeisten Oefen ist viel kleiner, und hat nur einen Behälter, der zugleich als Herd dient; der Arbeiter geht hier nicht hinein, sondern wirft das Holz oder die Holzkohle von obenher durch einen Trichter mit doppeltem Schieber hinein; die Asche wird bei jedem Abstiche, wenn die Blasebälge nicht gehen, weggeschafft. Bei den Oefen, die mit Coaks arbeiten, kann die Asche der Steinkohlen den Rost verschütten, und der Arbeiter muß nothwendig in den Apparat hineingehen können, um ihn von Zeit zu Zeit zu reinigen. Zu Alais wurde die Steinkohle durch dieselbe Thür eingebracht und man bediente sich keiner trichterartigen Oeff=

*) In dem folgenden Artikel ist ein solcher Apparat beschrieben und auf Taf. I. in Fig. 1. und 2. abgebildet worden.

nung von oben. Durch sehr sinnreiche Einrichtungen kann dies ohne Anhalten der Blasebälge oder irgend eine Unterbrechung der Arbeit geschehen, und der Arbeiter, dem dieser Dienst obliegt, ist durchaus weder durch die Hitze noch durch die comprimirte Luft, worin er sich befindet, belästigt.

Dieser Apparat, den Herr Cabrol »Apparat mit reducirenden Gasen« nennt, und worauf er ein Patent genommen hat, wurde bei einem Hohofen der Eisenhütten-Compagnie zu Alais im Oktober 1834 einer Prüfung unterworfen, er entwickelte eine hohe Temperatur und die Produktion war die doppelte; allein aus Mangel an guten Wasserformen und hinreichendem Vorrath an Brennmaterial war man genöthigt, diesen Versuch einstweilen einzustellen, und er konnte nur erst im Laufe des Januars von 1835 wieder vorgenommen werden.

»Ich werde mich begnügen,« bemerkt Hr. Thibaut, »in diesem Berichte die praktischen und ökonomischen Resultate anzugeben, und sie mit denen, die man früher auf demselben Eisenwerke mittelst kalter Luft erhalten hatte, zu vergleichen, dies werde ich um so besser können, als ich bei diesen Versuchen tagtäglich mit thätig, und der frühere Gang der Hohöfen mir bekannt war, und alle die numerischen Resultate aus den Rechnungsbüchern der Compagnie entlehnt sind, welche dieselben mit der größten Bereitwilligkeit zu meiner Verfügung stellte. Endlich glaubte ich, würde es auch von Nutzen sein, die Resultate dieses Versuchs mit denen zu vergleichen; welche man in Frankreich und England mittelst warmer Luft erhalten hat. Uebrigens glaube ich hier nicht in theoretische Erörterungen über die Unterschiede eingehen zu dürfen, welche zwischen dem Verfahren des Herrn Cabrol und diesem letztern stattfinden können, eben so wenig wie über den Einfluß der von seinem Apparate gelieferten Gase auf den Gang des Hohofens. Bevor ich zu diesen Versuchen selbst übergehe, glaube ich noch eine kurze Beschreibung der Lage des Eisenwerkes von Alais geben zu müssen und anzuführen, wie man das Roheisen gewann, als jener Versuch vorgenommen wurde.

Das Eisenwerk von Alais besitzt 3 Hohöfen, außerdem ein großes englisches Stabeisenwerk, wo das Eisen weiter bearbeitet wird. Diese Oefen sind 14 Metres (43 Fuß 7½ Zoll rheinl.) hoch,

im Kohlensack 4 Metre (12¾ Fuß), und in dem Gestell, 1,80 M. (5¾ Fuß) weit. Das Gestell und die Rast sind aus feuerfesten Backsteinen gebaut.

Zwei Dampfmaschinen von 60 bis 70 Pferdekraft bewegen das Gebläse, eine von ihnen reicht hin, für 2 Hohöfen, die Cupolöfen und die Feineisenfeuer. Das Gebläse ist mit einem Wasser= und zwei Kolbenregulatoren versehen. Das Ganze ist in England von den Herren Dawys gebaut und arbeitet zur Zufriedenheit. Jeder Ofen braucht 60 bis 80 (1950 — 2600 Kubikfuß) Cubikmeter Luft pro Minute, deren Temperatur 10° C. ist; und an der Düse gemessen unter dem Druck einer Quecksilbersäule von 0 m, 10 (48 rheinl. Linien) steht, am Regulator ist dieser Druck 0 m, 115 (55 Linien). Wenn der Ofen im vollen Gange ist, und seine Normal=Temperatur erreicht hat, empfängt er die Luft durch zwei Düsen von 35 bis 36 Linien Durchmesser, oder auch durch drei, die so groß sind, daß sie die 80 Cubikmeter durchlassen. Wenn die Maschine bloß für einen einzigen Ofen Luft liefert, so wechselt sie in der Minute 8 Mal, und man hat sie während der ganzen Zeit dieser Versuche auf diese Weise arbeiten lassen, so daß immer die ganze Quantität Luft geliefert wurde. Die beiden Düsen wurden allmählich bis auf 45 Linien erweitert, um der Luft den Durchgang zu lassen.

Das Erz wird in Gruben, die der Compagnie gehören und in der Nähe liegen, gewonnen, ist wasserhaltig und thonig, oft blasig, und von sehr guter Qualität, denn es giebt nach dem Rösten 45 bis 55 Procent weißes oder halbirtes Roheisen.

Das Brennmaterial sind Koaks, die aus in der Nähe von Alais vorkommenden Steinkohlen gewonnen werden; ihre Reinheit ist je nach der Grube verschieden, und je nachdem man sie aus großen oder kleinen Steinkohlen gewinnt, endlich je nach dem Flötz, aus der diese letzteren gewonnen werden. So enthalten:

Koaks	von	Rochebelle	4 bis	6	Procent	Asche,
=	=	Trescol	6 =	18	=	=
=	=	Besseges	6 =	18	=	=

Man hat auch zu wiederholten Malen eine Mischung von Koaks mit rohen Rochebeller Steinkohlen in verschiedenen Verhältnissen anzuwenden versucht; diese Steinkohle hinterläßt nur

2 bis 3 Procent Asche, und verliert bei der Destillation in verschlossenen Gefäßen nicht mehr als 18 bis 20 Procent, sie ist also sehr rein und sehr reich an Kohlenstoff. Aber sie ist sehr weich, oft sehr klein, decrepitirt im Feuer, und zerfällt da theilweise in Pulver, dies ist ein großes Hinderniß, das ihrer größern Anwendung beim Hohofenbetriebe entgegensteht.

Bis jetzt sind zwei von den Hohöfen von Alais im Gange gewesen, Nr. 1. ist seit dem 1. März 1832 im Betriebe gewesen, und er wurde bis zum 10. September 1834, also 31 Monate lang im Gange erhalten, doch hätte er noch viel länger im Gange bleiben können. Der zweite war seit dem 6. März 1832 bis zum 12. Mai 1834 beständig im Betriebe.

Seitdem arbeitete er nur mit Unterbrechungen, nämlich vom 14. Oktober bis 24. November 1834, dann bei dem ersten Versuch mit dem Cabrol'schen Apparate, und vom 11. Januar bis 28. Februar 1835, dann arbeitete er noch bei dem zweiten Versuche mit diesem Apparate, zu dieser letztern Zeit aber wurde er ausgeblasen.

Nr. 1. wurde 1832 nur mit schlechten Koaks und mit Erzen betrieben, deren mittlerer Gehalt 44 Procent war, dabei ließ man das Gebläse nur wenig wirken, und die tägliche mittlere Produktion betrug in diesem Jahre nicht mehr als 3600 Kilogrammen (7560 Pfund) Roheisen.

In den Jahren 1833 und 1834 wurde dieser Gang bedeutend verbessert, die sorgfältiger gattirten Erze gaben 45 bis 55, ja selbst 60 Procent Eisen; die Koaks wurden auch mit größerer Sorgfalt bereitet, der Wind weniger gespart, und die Produktion an Roheisen war nun weit beträchtlicher. So erhielt man mit Koaks allein täglich 5500 bis 6500 Kilogrammen Roheisen, ja mannichmal mehr als 7000 Kilogrammen, und zu 100 Kilogrammen Roheisen brauchte man durchschnittlich 800 bis 1000 Kilogrammen Koaks. Vermischte man die Koaks mit Steinkohlen in verschiedenen Verhältnissen, so war die Produktion oft unter 4500 Kilogrammen, und nur selten stieg sie bis auf 6500 Kilogrammen. Die mittlere Produktion für 1833 betrug täglich 4546 und für 1834, 5867 Kilogrammen.

Der Verbrauch von Brennmaterial war durchschnittlich:

Im Jahre 1833 Steinkohlen 606, Koaks 1,824
" " 1834 " 368, " 1,775.

Mittlerer Verbrauch auf Koaks berechnet auf 1000 Kilogrammen Roheisen für 1833, 2,127,
" 1834, 1,959.

Man hat außerdem bemerkt, daß in dem Maße, als die Menge der Steinkohlen im Verhältniß zu den Koaks wächst, die Produktion, wie auch die Temperatur abnehmen, die Schlacken werden zähe, die Arbeit schwierig, das Roheisen kalt und blasig. Man hat nie mehr als die Hälfte nehmen, und selbst hiermit nicht längere Zeit aushalten können, ohne den Gang des Ofens ins Stocken zu bringen, und sich dem auszusetzen, daß er sich versetze.

So war die tägliche mittlere Produktion des Ofens Nr. 1.

Im	Juni 1833	mit	$\frac{1}{8}$	Steink.	$\frac{7}{8}$	Koaks	5,174	Kilogr.	Roheisen.
"	Juli	"	"	$\frac{1}{4}$	"	$\frac{3}{4}$	"	4,710	"	"
"	August	"	"	$\frac{1}{2}$	"	$\frac{1}{2}$	"	4,040	"	"
"	Septbr.	"	"	$\frac{1}{4}$	"	$\frac{3}{4}$	"	4,222	"	"
"	Oktober	"	"	$\frac{1}{5}$	"	$\frac{4}{5}$	"	4,588	"	"
"	Novbr.	"	"	0	"	1	"	5,858	"	"
"	Decbr.	"	"	0	"	1	"	7,908	"	"
"	Jan. 1834		"	$\frac{1}{4}$	"	$\frac{3}{4}$	"	6,759	"	"
"	Febr.	"	"	$\frac{2}{5}$	"	$\frac{3}{5}$	"	5,945	"	"
"	März Apr. Mai		"	$\frac{1}{6}$	"	$\frac{5}{6}$	"	5,600	"	"
"	Juni	"	"	0	"	1	"	6,410	"	"
"	Juli	"	"	0	"	1	"	7,219	"	"

Im Ofen Nr. 2. beschickte man beinahe beständig mit einem Gemenge von Steinkohlen und Koaks in verschiedenen Verhältnissen, und zwar betrug die Menge der Steinkohlen von $\frac{1}{6}$ bis $\frac{1}{2}$; selbst wenn man bei Nr. 1. diese letztere Menge nicht überschreiten, noch längere Zeit damit anhalten konnte. Die Production dieses Ofens war übrigens im Allgemeinen schwächer, theils weil man den Wind mehr sparte, theils weil dieser Ofen beinahe beständig abgekühlt wurde, in Folge der beinahe ununterbrochenen Anwendung der Steinkohlen, welche in größerer oder geringerer Menge statt der Koaks genommen wurden. In folgender Tabelle findet man die Hauptresultate der Campagne dieser beiden Oefen wäh-

rend der Jahre 1833 und 1834 zusammengestellt, wo sie theils mit Koaks allein, theils mit diesem Brennmaterial und Steinkohlen zusammen beschickt wurden.

Es sind aus Gründen, die gleich nachher angegeben werden sollen, die Resultate verschiedener, eine Ausnahme machender Schmelzungen nicht mit angeführt, um nur diejenigen zu haben, woraus man das Normal-Resultat einer guten Campagne, theils mit Koaks allein, theils mit Steinkohlen und Koaks, entnehmen könnte. Auf diese Weise konnte man einen Anhaltpunkt zur Vergleichung mit den von dem Cabrol'schen Apparate gelieferten Resultaten erhalten.

Hauptresultate der Campagne der Hohöfen von Alais, welche mit kalter Luft, und theils bloß mit Koaks, theils mit Koaks und Steinkohlen zusammen, gespeist wurden. (Tabelle Nr. 1.)

	Mit Koaks allein. Ofen Nr. 1. 1833.	Mit Koaks allein. Ofen Nr. 1. 1834	Mit Koaks allein. Mittlere Zahl einer ganzen Campagne.	Mit Koaks und Steinkohlen. Ofen Nr. 1. 1833.	Mit Koaks und Steinkohlen. Ofen Nr. 1. 1834.	Mit Koaks und Steinkohlen. Ofen Nr. 2. 1833.	Mit Koaks und Steinkohlen. Ofen Nr. 2. 1834.	Mittlere Zahl einer ganzen Campagne.
Dauer der Campagne: Tage	212	102	—	153	151	183	120	—
Zusammensetzung der Gichten. Brennmaterial	300	300	300	C. 225	250	215	220	225
				St. 75	50	85	80	75
Altes Roheisen	3,3	1,8	5	1,7	1,2	0,3	0,3	5
Geröstetes Erz	272,	218	226	249	257	243	258	242
Frischschlacke	—	2,4	6	—	7,8	2,1	7,5	6
Zuschlag	87	73	75	78	83	71	76	75
Zahl der Gichten in 24 Stunden. Maximum	51	54	—	40	45	41	38	—
Mittelzahl	44	59	50	37	42	37	36	39
Prod. an Gußeisen während 24 St. Maximum Kilogr.	7908	7219	—	5174	7759	5232	5129	—
Mittelzahl	5593	6465	6000	4546	5867	4329	4905	5000
Eisengehalt des Erzes in	45	53	50	49	52	47	50	50
1000 Kilogrammen Roheisen brauchten Geröstetes Erz	2214	1867	2000	2044	1906	2113	1984	2000
Zuschlag	697	616	650	639	596	615	565	600
Steinkohlen	—	—	—	606	368	734	601	600
Koaks	2387	2506	2400	1824	1775	1835	1635	1800
Sämmtliches Brennmaterial auf Koaks berechnet.	2387	2506	2400	2127	1959	2202	1935	2100

In dieser Tabelle ist die Schmelzcampagne von Nr. 1. im Jahre 1834 mit Koaks allein deßhalb nicht mit erwähnt, weil dabei eine Menge nachtheiliger Umstände vorfielen, die nicht stattfinden dürfen. Gleichfalls ist auch die Schmelzcampagne des Ofens Nr. 2. mit Koaks allein während der drei ersten Monate des Jahrs 1833 weggelassen, weil dies gerade in die Zeit fiel, wo er erst in Betrieb gesetzt wurde, und man da sehr wenig Wind gab, weßwegen die Produktion auch nur gering war und der Verbrauch an Koaks über drei Mal so viel, als die gewonnene Menge Roheisen betrug. Man begreift, daß die in dieser Periode erhaltenen Resultate nicht mit denen des Ofens Nr. 1. verglichen werden können, der zwei Jahre lang beständig im Gange war, und da der Ofen Nr. 2. nur im Mai 12 Tage lang mit Koaks allein arbeitete, so hielt man es für überflüssig, dessen Erwähnung zu thun.

Vor Vergleichung dieser Resultate mit denen, die bei Anwendung des Cabrol'schen Apparats erhalten wurden, ist es nöthig, die ungünstigen Umstände kennen zu lernen, unter denen diese Versuche stattfanden, so wie den Zustand, worin sich zu dieser Zeit der Ofen Nr. 2. befand.

Wie früher erwähnt wurde, war dieser Ofen beständig mit einem Gemeng von Steinkohlen und Koaks und mit wenig Wind im Gange erhalten worden, die Temperatur war darin niemals sehr hoch gestiegen. Nachdem man ihn den 12. Mai 1834 gedämpft hatte, begnügte man sich, von Zeit zu Zeit Oeffnungen hineinzumachen, und ihn bis zu zwei Dritteln mit Ueberresten und Ausschuß von Koaks bis zum 11. Januar 1835 vollzuhalten, zu welcher Zeit er wieder zu Versuchen in Gang gesetzt wurde. Er war also sehr kalt, und die Wände des Gestells und der Rast waren mit halbgeschmolzenen Substanzen ausgefüttert. Ferner waren die Koaks, die man seit sehr langer Zeit in Vorrath hatte, von der schlechtesten Beschaffenheit, der Regen und die Ueberschwemmungen, denen sie ausgesetzt gewesen waren, hatten sie mit Erde imprägnirt und in lauter kleine Stückchen verwandelt. Sie waren übrigens, wegen Mangel an guten Steinkohlen, aus sehr magern gewonnen, weßwegen sie durchaus nicht geeignet waren, einen durch so langes Dämpfen erkalteten Ofen wieder zu erhitzen, und

eben so wenig einen großen Erzsatz vertragen konnten. Indeß hatte man keine andern, und so war man gezwungen, sie anzuwenden.

Vom 12. bis 22. Januar 1835 wurde anfangs mit kalter Luft gespeist. Eine Gicht bestand aus 270 Kilogrammen Erz und 300 Kilogrammen Koaks, aber bald bemerkte man, daß sie zu stark war, und am 17. Januar wurde sie bis auf 220 Kilogrammen vermindert.

Ungeachtet dieser starken Verminderung fuhr der Ofen fort sich abzukühlen, das Gestell und die Formen verstopften sich immer mehr mit verhärteten Substanzen, der Wind drang nur schwierig hindurch und trieb die Flamme gegen den Tümpel. Die an den Formen ansitzenden Substanzen waren so hart, daß sie allen Anstrengungen, sie loszubrechen, widerstanden, sie verlängerten sich im Innern bis sie sich berührten, und man war, um die Arbeit fortzusetzen, genöthigt, die Formen einen Fuß höher als gewöhnlich anzubringen. Der Zustand des Ofens war sehr beunruhigend, und meine Meinung war, die Erzgichten noch kleiner zu machen, so wie den Versuch mit den Apparaten nur dann erst anzustellen, wenn er wieder erhitzt sein würde.

Allein der Vorrath an Brennmaterial war sehr zusammengeschmolzen, und Herr Cabrol, der sich nach seinen, bei den Hohöfen von Chevrès und Alais angestellten Versuchen, des Heizvermögens seines Apparats vergewissert glaubte, und außerdem befürchtete, daß zu bald Mangel an Brennmaterial eintreten würde, entschloß sich, ihn unter so ungünstigen Umständen in Gang zu setzen.

Die Herde wurden also angezündet, und vom 23. Januar bis zum nächsten 28. Februar in Wirksamkeit erhalten; die Maschine wechselte 8 Mal und lieferte in der Minute immer 80 Kubikmeter Luft. Da bloß 2 Behälter und 2 Herde waren, so nahm man die Düse von hinten weg, und ließ den beiden andern, so wie den Formen, passende Durchmesser für den Durchgang der erhitzten Gase.

In den ersten Tagen hatten dieselben kaum die Temperatur des schmelzenden Zinks, und der Durchmesser der Düsen war damals ungefähr 40 Linien, er wurde allmählich bis auf 44 und 45

Linien erweitert, der Durchmesser der Formen war 54 Linien, die Temperatur der Gase überstieg zu dieser Zeit 400°.

Der Einfluß dieser erhitzten Gase machte sich bald bemerkbar, die Versetzungen erfolgten seltner, die Formen wurden zu gleicher Zeit hell, und die Arbeit ging leichter von statten. Während in der ersten Periode von 11 Tagen, wo mit kalter Luft gespeist worden war, man täglich kaum eine durchschnittliche Produktion von 7,045 Kilogrammen hatte erhalten können, welche bei Fortsetzung der Arbeit noch geringer zu werden drohte, erhielt man in der zweiten 8½tägigen Periode, während welcher die Erzgichten allmählich vergrößert wurden, täglich durchschnittlich 7,535 Kilogrammen Roheisen, und zwar wurden dabei auf 1000 Kilogrammen Roheisen statt 3,097 Kilogrammen Koaks, bloß 2,037 verbraucht.

Wenn der Vorrath an Koaks hinreichend gewesen wäre, würde es wünschenswerth gewesen sein, daß man fortgefahren hätte, sie allein anzuwenden, um durch allmähliches Vergrößern der Erzgicht den Punkt auszumitteln, bei welchem die größte Ersparniß an Brennmaterial stattfände. Allein dieser Vorrath war bedeutend geschmolzen und der Compagnie lag überdies sehr viel daran, sich von der Möglichkeit zu vergewissern, den Koaks so viel wie möglich Steinkohlen zu substituiren, wovon die Grube von Rochebelle eine gewisse Quantität liefern konnte; in Folge dessen wurden die Versuche so geleitet, daß man immer die größtmögliche Ersparniß an Brennmaterial in Auge hatte, ohne jedoch der Qualität des Roheisens zu schaden.

Die hier beigefügte Tabelle Nr. 2., nach den Registern der Compagnie gefertigt, giebt die entsprechenden Resultate bei jeder Veränderung in der Menge des angewandten Brennmaterials an; die Perioden sind nothwendigerweise kurz, weil die Dauer der Versuche durch die geringe Menge von Brennmaterial, worüber man noch verfügen konnte, beschränkt war. Allein aus den beständig steigenden Resultaten in Bezug auf die Ersparniß an Brennmaterial und reichliche Erzeugung Roheisen, kann man einen eben so sichern Schluß über diese Versuche machen, als wenn jede Periode weit länger gedauert hätte.

Resultate über den Betrieb des Hohofens von Al

Datum der Versuche und Nummern der Perioden.	Dauer der Perioden.	Zusammensetzung der Gichten in Kilogrammen.							Zahl der Gichten während 24 Stunden.	Menge des in 24 Stunden erhaltenen Gußeisens.	Z
		Koaks.	Steinkohlen.	Totalsummen.	Erz.	Zuschlag.	Frischschlacken.	Altes Roheisen.			Koaks
	Tage									Kilogr.	
Nr. 1. v. 17. — 22. Jan. 1835.	11	300	—	300	220	75	103	—	51	5045	30
„ 2. „ 23. — 31. „	8 T. 5 St.	300	—	300	240	82	8	23	51	7535	20
„ 3. „ 31. Jan. — 2. Febr.	2,5	240	60	300	300	105	—	20	50	8053	15
„ 4. „ 2. — 6. Febr.	4	180	120	300	300	105	—	20	54	9629	10
„ 5. „ 6. — 11. „	5	120	180	300	300	105	—	20	51	9617	6
„ 6. „ 11. — 14. „	3	100	200	300	300	105	—	20	53	9532	5
„ 7. „ 14. — 17. „	2,5	75	225	300	300	100	—	56	48	8317	4
„ 8. „ 17. — 21. „	4	75	225	300	280	110	—	—	45	6571	5
„ 9. „ 21. — 24. „	3,5	120	180	300	295	100	—	25	48	8704	6
„ 10. „ 24. — 28. „	4	300	—	300	300	100	—	25	49	10,888	13
Summa	35 Tage 20 St.										

Man sieht, daß, wenn in den Perioden 3, 4, 5 und 6 die Erzgicht dieselbe bleibt (300 Kilogrommen) und die Koaks durch Steinkohlen in dem steigenden Verhältnisse von ⅕ bis zu ⅔ ersetzt werden, die tägliche Produktion dessenungeachtet von 7,535 bis zu 9,617 Kilogrammen steigt, und der Verbrauch an Brennmaterial, auf Koaks berechnet, so schnell abnimmt, daß in der 6. Periode auf 100 Kilogrammen Roheisen nicht mehr als 1,056 Kilogrammen Koaks kommen.

Die zunehmende Ersparniß an Brennmaterial und die tägliche Produktion hört in der 7. und 8. Periode, wo man nur ¼ Koaks unter das Brennmaterial gethan hatte, zu steigen auf. Bei der 7. Periode kündigt sich eine leichte Abkühlung in dem Ofen durch eine Verminderung in der Zahl der Gichten, ein weniger flüssiges und ein etwas blasiges Roheisen an. Schwache Einsenkungen an der Gicht sind das Anzeichen, daß ein Anhaften

...t dem Cabrol'schen Apparate. (Tabelle Nr. 2.)

...000 Kil. Roheis. waren erforderl							Durch den Apparat verb. Steinkohlen.			
...Steinkohlen.	Sämmtliches Brennmaterial auf Koaks berechnet.	Erz.	Zuschlag.	Schlacken.	Altes Roheisen.	Sämmtliche Menge des gewonnenen Roheisens.	In jeder Periode.	per Tonnen Roheisen.	Täglich.	Anmerkungen.
						Kilogrammen.	Kilogr.	Kil.	Kil.	
—	2097	2282	779	105	—	55499	—	—	—	kalte Luft u. nur Kks.
—	2037	1644	561	53	60	64053	15214	237	1789	Erh. Gase u. K. allein.
...375	1690	1877	657	—	125	20133	4353	216	174	id. 1/5 Steink. 4/5 Koaks.
...679	1357	1698	594	—	113	38511	7841	203	1960	id. 2/5 " 3/5 "
...966	1126	1610	563	—	107	48086	1060	242	2120	id. 3/5 " 2/5 "
...056	1056	1584	563	—	105	28595	6889	240	2296	id. 2/3 " 1/3 "
...298	1082	1731	635	—	33	20792	5383	258	2153	id. 3/4 " 1/4 "
...532	1276	1906	749	—	—	26285	8872	337	2218	id. 3/4 " 1/4 "
...985	1149	1613	555	—	137	30465	8801	288	2154	id. 3/5 " 2/5 "
—	1343	1243	447	—	111	43552	9707	222	2426	id. mit Koaks allein.
						320472	77660	24?	2098	
								Mittelzahl		

stattfindet und folglich ist der Roheisenerfolg aus dem Erz weniger beträchtlich. In der 8. Periode werden diese Umstände ungeachtet einer Verminderung der Erzgicht schon merkbarer; die Schlacken, welche vorher sehr schön waren, werden schwarz, die Einsenkungen stärker und häufiger. Die Flamme geht theilweise durch das Tümpelloch heraus, der Wind gelangt weniger leicht zur Gicht, und das Erz giebt noch weniger Eisen. Die tägliche Produktion betrug in dieser Periode nur 6,571 Kilogrammen und der Verbrauch an Brennmaterial war stärker als früher.

Die Steinkohle nahm man allerdings aus altem Abraum der Rochebeller Grube, und sie war so zerreiblich, daß der geringste Stoß hinreichte, sie in Staub zu verwandeln, und gewöhnlich war sie größtentheils auch schon ganz verkleinert, bevor sie in den Ofen kam. So nahm man in der 8. Periode sie nicht allein nach jedem Abstiche in beträchtlicher Menge heraus, sondern man

sah auch oft noch Portionen davon herausfallen und durch die Formen gehen.

Alles berechtigt also dazu, anzunehmen, daß man mit einem härtern Brennmaterial bei $\frac{3}{4}$ hätte bleiben und die Verminderung an Koaks vielleicht noch weiter treiben können. Allein bei so bewandten Umständen war es augenscheinlich, daß man nicht ohne Nachtheil bei dieser Quantität beharren konnte. In der 9. Periode arbeitete man also mit $\frac{3}{5}$ Steinkohlen, der Ofen erhitzte sich wieder sehr schnell und in der kurzen Zeit von $3\frac{1}{2}$ Tagen erhielt man beinahe dieselbe Ersparniß an Brennmaterial wie in der 5. Periode, wo die angewendete Menge Steinkohlen dieselbe war.

Die Produktion wurde übrigens täglich größer, und würde wenigstens der der fünften Periode gleichgekommen sein, wenn die kurze Zeit, die man diesen Versuchen nur noch witmen konnte, erlaubt hätte, mit der Anwendung der Steinkohlen fortzufahren. In diesem Falle würde man ohne Nachtheil wieder auf das Verhältniß von $\frac{2}{3}$ Steinkohlen haben zurückkommen können. In der zehnten und letzten Periode sollten sämmtliche, noch vorräthige Steinkohlen verbraucht werden. Die durchschnittliche Produktion während der 4 Tage, die sie dauerte, war täglich 10,888 Kilogrammen und in den letzten Tagen überstieg sie noch 12,000 Kilogrammen. Dabei war der Ofen sehr heiß, die Schlacken sehr schön, die Formen hellglänzend, das Gußeisen weiß, von guter Beschaffenheit, und Alles deutete darauf hin, daß man in wenig Tagen die Erzgicht um wenigstens 30 Procent hätte vermehren können, was eine neue Ersparniß an Brennmaterial und eine stärkere Produktion zur Folge gehabt hätte. Aber im Augenblicke, wo der Ofen ausgeblasen werden sollte, war es zweckmäßig, eine sehr hohe Temperatur darin zu erhalten, um ihn vollständig und ohne Störung ausleeren zu können, und dies geschah auch den 28. Februar mit der größten Leichtigkeit. Wie man ihn ausgeleert hatte, bemerkte der Berichterstatter, daß er übrigens in sehr gutem Zustande war, und daß man ihn noch längere Zeit würde haben arbeiten lassen können.

Kurz mit Hülfe dieses Apparats, worin auf 1 Tonne erhaltenes Gußeisen $\frac{1}{4}$ Tonne Steinkohlen verbraucht wurden, brachte man es in der sechsten Periode mit einer Mischung von $\frac{2}{3}$ Stein-

kohle und ⅓ Koaks dahin, in 24 Stunden 9,532 Kilogrammen Gußeisen zu erhalten, wobei auf 1 Tonne Gußeisen (nach Koaks berechnet) 1,056 Brennmaterial kamen.

In dieser Zeit schien die Temperatur des Ofens noch zu steigen, was durch die jetzt größere Anzahl Gichten, als in der früheren Periode, den Glanz der Formen, die Flüssigkeit des Gußeisens und die Schönheit der Schlacken angedeutet wurde. Ich zweifle nicht, daß, wenn man mit der in dieser Periode angewandten Dosis Brennmaterial fortgefahren hätte, man bis zu der Produktion von 10 Tonnen gelangt sein würde, ohne doch eine größere Menge Brennmaterial (auf Koaks berechnet) zu verbrauchen, während bei Anwendung von kalter Luft, mit viel bessern Materialien, man es nicht über 5 Tonnen bringen konnte, wobei auf die Tonne 2,100 Brennmaterial verbraucht wurde. Hieraus geht auch hervor, daß bei Anwendung dieses Apparats mit einer Mischung von ⅔ Steinkohlen und ⅓ Koaks noch mit Vortheil gearbeitet werden kann, während mit gewöhnlicher kalter Luft nicht ohne Nachtheil die Mischung von ¼ überstiegen werden konnte.

In der 10. Periode, wo mit Koaks allein gearbeitet wurde, war die tägliche Produktion durchschnittlich 10,888 Kilogrammen und es wurden dabei auf 1000 Kilogrammen Roheisen 1343 Kilogrammen Koaks verbraucht. Am Ende, in dem Maße, als die Temperatur stieg, überstieg die Produktion 12 Tonnen. Uebrigens bin ich fest überzeugt, daß man in wenig Tagen dasselbe Produkt mit 1200 Kilogrammen Koaks auf 1 Tonne Gußeisen würde erhalten haben können, wenn man die Erzgicht zweckmäßig vermehrte, weil Alles in dem Gange des Ofens eine steigende Temperatur anzeigte.

Man hat früher gesehen, daß man mit kalter Luft und Koaks bei einem guten Betriebe nicht mehr als 6 Tonnen täglich erhielt und daß dabei auf 1000 Kilogrammen Gußeisen 2400 Koaks verbraucht wurden. Siehe Tabelle Nr. 1.

Daher verspricht bei so verwandten Umständen mit mehr als mittelmäßigem Brennmaterial dieser Apparat dem Etablissement von Alais eine doppelte Production, und einen bis auf die Hälfte verringerten Aufwand an Brennmaterial (auf Koaks berechnet) theils bei Anwendung der Koaks allein, theils bei einer Mischung

derselben mit Steinkohlen. Mit guten Koaks und weniger zerbrechlichen Steinkohlen, als die waren, welche die Grube von Rochebelle zur Zeit dieser Versuche lieferte, würden die Resultate noch weit günstiger ausfallen.

Hierbei bringt man die durch den Apparat verbrannte Menge Steinkohlen, welche $\frac{1}{4}$ Tonne auf 1000 Kilogrammen Gußeisen beträgt, nicht mit in Rechnung, weil in Folge einer doppelten Produktion eine eben so große Ersparniß hinsichtlich der Anwendung des Gebläses stattfindet. Bei den englischen Apparaten erzielt man eine ähnliche Ersparung.

Während der Dauer dieser Versuche war die Arbeit im Schmelzraum sehr leicht durch zwei Arbeiter verrichtet worden, während früher hierzu vier oder fünf nöthig waren. Die Wasserformen waren beständig hell, und durchaus nicht beschädigt worden. In der, 3., 4., 5., 6., 9. und 10. Periode war das Roheisen weiß, aber zum Frischfeuer sehr gut tauglich, und durchaus dem gleich, welches man mit kalter Luft erhielt; die Schlacken waren schön, gut verglaset und sehr flüssig.

Zu dem Ende wutden einige Analysen gemacht, eines Theils um dies mit kalter Luft, und das bei Anwendung des Cabrol'schen Apparats zu Zeiten, wo in beiden Fällen der Ofen gut arbeitete, erhaltene Roheisen in Bezug auf seine Zusammensetzung mit einander zu vergleichen, theils um die Zusammensetzung der im Laufe dieser Versuche erhaltenen Schlacken zu erfahren und die genauer zu untersuchen, welche der Zeit des besten Ganges des Ofens entsprach, d. h. wo er sehr heiß war, viel producirte, und wenig Brennmaterial verbrauchte. Endlich wünschte man noch zu wissen, ob die unter diesen letztern Umständen erhaltenen Schlacken mehr oder weniger von denen verschieden wären, die man während eines guten Ganges des Ofens mit kalter Luft erhielt.

Die folgende Tabelle Nr. 3. enthält die Resultate dieser, in dem Laboratorium von Alais durch den Ingenieur der Compagnie, Herrn Gournier, angestellten Analysen, und man kann von ihrer Genauigkeit überzeugt sein.

Vergleichende Tabelle für die Zusammensetzung der zu Alais theils mit kalter Luft, theils bei Anwendung des Cabrol'schen Apparats, erhaltenen Arten von Gußeisen und Schlacken.

Roheisen bei gutem Gange des Ofens erhalten. Mit kalter Luft.		Mit dem Cabrol'schen Apparate.	Erhaltene Schlacken. Mit kalter Luft.		Mit dem Cabrol'schen Apparate.		
Mit Koaks allein. Ofen Nr. 1. 7. November 1833.			Mit Koaks allein. Ofen Nr. 1. 7. November 1833.		$\frac{1}{5}$ Steink. $\frac{4}{5}$ Koaks 2. Februar 1835 3. Periode.	$\frac{2}{5}$ Steink. $\frac{3}{5}$ Koaks 5. Februar 1835 4. Periode.	$\frac{3}{5}$ Steink $\frac{2}{5}$ Koaks 11. Februar 1835 5. Periode.
Silicium	0,0315	0,0260	Kieselerde	0,440	0,530	0,485	0,455
			Kalk	0,385	0,360	0,391	0,375
Kohlenstoff . . .	0,0196	0,0198	Eisenoxidul . . .	0,057	0,049	0,053	0,062
			Thonerde	0,080	0,060	0,057	0,080
Schwefel	0,0021	0,0027	Magensiia	0,013	—	—	0,012
Eisen	0,9468	0,9515	Schwefel	0,014	—	—	0,013
	1,0000	1,0000		0,989	0,999	0,999	0,997
Weißgestreift.		Weißgestreift.	Steinig, weiß, bläulich, ziemlich flüssig.		schwärzlich, zum Theil glasig, nur schwer flüssig.	schwärzlich, grün, theils glasig, theils steinig.	stng., weiß, milchfarbig, schwach, graulich, s. flüssig.

Gegen die Zeit des 7. Novembers 1833 hin, wurde der Ofen durch kalte Luft und Koaks allein gespeis't, er war im guten Gange und man erhielt in 24 Stunden 5,858 Kilogrammen weißgestreiftes Gußeisen, wobei zu jeder Tonne 2,364 Kilogrammen Koaks und 728 Kilogrammen Zuschlag erforderlich waren. Die Schlacken waren ziemlich flüssig, etwas steinig und von bläulich weißer Farbe.

Am 11. Februar 1835, in der fünften Periode der Versuche mit dem Cabrol'schen Apparate, war der Ofen sehr heiß, und mit einer Mischung von ungefähr $\frac{3}{5}$ Steinkohlen und $\frac{2}{5}$ Koaks, in ausgezeichnet gutem Gange.

Man erhielt in 24 Stunden 9,617 Kilogrammen weißgestreiftes Gußeisen, und zwar kamen dabei auf eine Tonne 966 Kilogrammen Steinkohlen, 643 Kilogrammen Koaks und 563 Kilogrammen Zuschlag. Die Schlacken waren sehr flüssig, ein wenig steinig, von milchweißer, ins Graue sich ziehender Farbe.

Es ist bemerkenswerth, daß die zu zwei Zeitabschnitten und unter so verschiedenen Umständen erhaltenen Arten von Gußeisen und Schlacken, sich in ihren physischen Eigenschaften und ihrer Zusammensetzung so sehr einander nähern. Das Gußeisen vom 11. Februar enthält nur etwas weniger Silicium, als das am 7. November, mittelst kalter Luft gewonnene, und das erstere würde demnach zur Fabrikation von Eisen vorzuziehen sein, weil es weniger Abgang erleidet. Was die beiden Schlacken anbelangt, so sind sie beinahe ganz gleich, und gleichwohl waren die Mengen des Zuschlags zu diesen beiden Zeitpunkten sehr verschieden; denn im November brauchte man davon auf 1000 Kilogr. Roheisen 738 Kilogrammen und den 11. Februar bloß 563 Kilogrammen.

Allein man wolle bemerken, daß, wenn am 11. Februar die Quantität an Zuschlag geringer war, auch weniger thonige und kieselige Theile in den Ofen kamen, theils in Folge der beträchtlichen Verminderung an verbrauchtem Brennmaterial (1,126 statt 2,364), theils weil die den 11. Februar angewendeten Erze reichhaltiger waren (statt 51,3,62). Dagegen waren die während der 3., 4. und 5. Periode der Versuche mit dem Cabrol'schen Apparate erhaltenen Schlacken merklich in der Zusammensetzung von einander verschieden, obschon die Quantitäten an Zuschlag und Erz

immer dieselben geblieben waren. Man sieht, daß die Menge der Kieselerde sich nach und nach von 53 bis zu 45,5 Procent vermindert, ein Umstand, der durch die gleichzeitige allmähliche Verminderung an Brennmaterial, und deßwegen der erdigen Substanzen, welche es enthält, erklärt wird.

In der 5. Periode waren die Schlacken flüssiger und schöner, als während der 3. und 4. Periode, der Gang des Ofens hatte sich in jeder Hinsicht verbessert, die Arbeit in dem Schmelzraum war weit leichter geworden, obschon die Gicht an Brennmaterial beträchtlich verringert worden war, und man statt $\frac{3}{5}$ Koaks $\frac{3}{5}$ Steinkohle angewendet hatte. Die Zusammensetzung der in dieser Periode erhaltenen Schlacken muß also als eine solche angesehen werden, welche einem guten Gange des Ofens entspricht, und der man sich unter denselben Umständen so viel wie möglich nähern muß.

Bevor wir die Resultate der vorhergehenden Versuche mit denen vergleichen, welche man bei Anwendung der englischen Apparate erhalten hat, wird es zweckmäßig sein, etwas Näheres über den Gang des Cabrol'schen Apparats anzuführen.

Ein einziger Arbeiter ist hinreichend, die Apparate eines Ofens im Gange zu erhalten, und wird nach Maßgabe täglich mit 1 Fr. 80 Cent. bezahlt. Er kann die Temperatur der Gase nach Willkür verändern, je nachdem er die Thür des Wärmeofens mehr oder weniger öffnet, um einer gewissen Menge kalter Luft den Zutritt in den Ofen zu gestatten. Will er die Temperatur aufs Höchste steigern, so schließt er die Thür des Ofens, sämmtliche Luft aus dem Gebläse geht dann mitten durch den Rost des Herdes, und eine geringe Vermehrung der Kohlengicht (Charge en combustible) ist hinreichend, die Windleitungsröhre rothglühend werden zu lassen. Gewöhnlich hat man jetzt zum guten Gange des Ofens die Temperatur der Gase über die des schmelzenden Zinks erhalten, weil 6 Linien starke Barren dieses Metalls augenblicklich schmolzen, sobald sie in das Probeloch über den Windröhren gehalten wurden. Man schätzt diese Temperatur wenigstens auf 400° C.; sie kann übrigens a priori berechnet werden, wenn man die Menge der gelieferten Luft, so wie die des in dieser

Zeit verbrauchten Brennmaterials kennt, und weiß, daß der Apparat es beinahe vollständig verbraucht.

Derselbe verbrennt in 24 Stunden 2,400 Kilogr. Steinkohlen, und ist während dieser Zeit wegen der Abstiche ungefähr 2 Stunden lang nicht im Gange. Die Maschine liefert in der Minute 80 Kubikmeter Luft von 10° und 0m 76 Druck, in 22 Stunden also (auf 0° reducirt) 101,782 Kubikmeter oder 129,496 Kilogrammen. Diese Quantität Luft wird 2400 × 6000 × 3,75 = 54,000,000 Wärme-Einheiten aufnehmen, und jedes Kilogramm zu einer Temperatur von $\frac{54000000}{129496}$° = 416° C. gesteigert werden. Wenn die Temperatur der aus dem Regulator kommenden Luft 10° beträgt, so wird die der Gase bei ihrem Eintritt in den Ofen 426° sein. Endlich kann diese Temperatur durch die früher angegebenen Mittel leicht und nach Willkür noch höher gesteigert werden.

Der Verbrauch an Steinkohlen beträgt übrigens auf die Tonne Roheisen nicht mehr als ungefähr ¼ Tonne; ihre Verbrennung geschieht in einem mit nicht leitenden Substanzen ausgefütterten Herde, ohne Verlust an Wärme, vollständig. Auch wenn der Apparat in voller Thätigkeit ist, bemerkt man, daß die gußeisernen Platten, welche seine äußere Umhüllung bilden, kaum erhitzt sind. Dieser Apparat bedurfte übrigens während der Dauer der Versuche keiner Reparatur, und verrichtete seine Dienste mit der größten Regelmäßigkeit. Bei dem Ofen von Alais sind zwei Apparate, wovon jeder an der Vorderseite der Düsen einen Raum von 2m, 50 in der Breite einnimmt. Er bedarf weiter nichts in großer Menge, als gußeiserne, auf offenem Herde gegossene Platten, und wendet man gutes Roheisen an, in welchem Falle man die Platten an Stärke bedeutend verringern könnte, so würden für jeden Apparat nicht mehr als 15 Tonnen Roheisen erforderlich sein. Die Unkosten für das Abformen, Zurichten, Futter, Maurerarbeit u. s. w., werden bei jedem 2 bis 3000 Fr. betragen, weßhalb also 2, 5 bis 6000 zu stehen kommen werden; dabei sind aber die 30 Tonnen Gußeisen nicht mit eingerechnet, deren Preis je nach den Localitäten verschieden ist.

Bei Oefen, die mit Holzkohlen gespeist werden, wird der Apparat nach den, Hrn. Thibaut mitgetheilten Zeichnungen, aus

einem einzigen Behälter von 1 Meter Breite bestehen, und hierzu werden ungefähr 5 bis 6 Tonnen Gußeisen nöthig sein. Der größte Theil dieser Stücke kann ebenfalls auf offenem Herd gegossen sein, und die übrigen Unkosten werden noch weit weniger betragen. In dem Apparate von Alais geschah die Verbrennung sehr lebhaft, und die Steinkohle wurde dabei vollständig verbrannt. Die, welche man hierzu anwendete, waren Stücke, höchstens von der Größe eines Eies; sie wurde in Rochebelle gewonnen. Man machte auch den Versuch mit Holzkohlen, und am 27. Februar wurden statt 2300 Kilogrammen Steinkohlen, 1,952 Kilogrammen der ersteren angewendet. Man begreift übrigens, daß jedes Brennmaterial hierzu verwendet werden kann.

Hr. Thibaud hat versucht, die durch diesen Apparat zersetzte Menge Luft auszumitteln, und man wird sich erinnern, daß er in der Minute 80 Kubikmeter Luft von 10° und 0^m, 77 Druck empfing, was, auf 0° reducirt, 77,10 Kubikmillimeter beträgt. Der Apparat verzehrt täglich in 22 Stunden 2400 Kilogrammen Steinkohlen; eine Kilogramme Steinkohlen bedarf zu ihrer vollständigen Verbrennung 2,234 Kilogrammen Sauerstoff von 0° und 0^m 76 Druck, welche in 7,438 Kubikmeter Luft enthalten sind. (Peclet über die Wärme, deutsch von Hartmann, I. Seite 223.)

Die 2,400 Kilogrammen Steinkohlen werden also: 7,438 × 2,400 = 17,851 Kubikmeter Luft zersetzen. Die Quantität, welche in derselben Zeit durch den Apparat geht, beträgt 77,10 Kubikmeter × 60 × 32 = 101,772 Kubikmeter; so werden also 17,5 Procent Luft, oder ein wenig mehr als $\frac{1}{6}$ der sämmtlichen durch das Gebläse gelieferten Luft zersetzt. Die auf diese Weise zersetzte Menge besteht nothwendig aus Wasser, Kohlensäure, ein wenig schwefliger Säure und Stickstoff.

Es bleibt mir nun noch übrig, die Resultate dieses Apparats mit denen zu vergleichen, die man in Frankreich und England bei Anwendung der englischen Apparate erhalten hat. Um diese Zusammenstellung zu machen, werden die von Herrn Dufrénoy und neuerlich von Herrn Guenyveau in ihren Abhandlungen angeführten Thatsachen, welche in Heft 1. und 3. dieses Werks aufgenommen sind, benutzt werden. Es sind dieselben, mit denen

der Tabelle Nr. 2. in der gleich folgenden Tabelle Nr. 4. zusammengestellt.

Aus den Elementen dieser Tabelle geht, wie man es sehen wird, hervor, daß in dem Hohofen von Alais mit Koaks allein, auf 1000 Roheisen 1343 verbraucht wurden, während man zu la Voulte nur 1,250, zu Terre-Noire nur 1,300 und zu Vienne 1,350 brauchte. Es ist wahr, daß bei den ausländischen Eisenwerken diese Consumtion auf 1625 bis 2000 stieg, um überhaupt Roheisen zum Vergießen zu erhalten. Man sieht ferner, daß zu Alais bei einer Mischung von $\frac{3}{5}$ Steinkohle und $\frac{2}{5}$ Koaks, die Consumtion an Brennmaterial, auf Koaks berechnet, bis auf 1,129 verringert war, aber bei den schottischen Eisenwerken von Clyde und Calder, wo man mit roher Steinkohle ohne Koaks arbeitete, verbrauchte man auf 1000 Roheisen, auf Koaks berechnet, nicht mehr als 902 bis 965 Brennmaterial. Dagegen steigt bei andern Werken, wie denen von Codnor-Park und Butterley, diese Consumtion bis auf 1,749 und 1,856.

Vergleichende Tabelle der bei den Hohöfen durch den Cabrol'schen Apparat und durch die englischen Apparate erhaltenen Resultate. (Tabelle Nr. 4.)

Namen der Hohöfen, wo man die Apparate anwendete.	Das Roheisen wurde verwendet zu:	Menge des in 24 Stunden erhaltenen Roheisens	Auf eine Tonne Roheisen wurde an Brennmaterial verbraucht: In dem Hohofen: Kks	Stk.	Stl.Br. a K. b.	In dem Apparate Steinkohlen.	Temperatur der Luft oder der angewandten Gase.	Zahlen zu den Bemerkungen.
		Kilogr.	Kil.	Kil.	Kilogr.	Kilogr.		
Alais (Gard) 5. Periode.	Stabeisenfabrikation.	9817	643	966	1126	242	426	(1.)
id. 10. "	id.	10888	1343	—	1343	222	426	(2.)
La Voulte (Ard.) 1834.	id.	9000	1250	—	1250	300	160	(3.)
Vienne "	Stabeisenfabrikation und Gießereibetrieb.	6000	1350	—	1350	349	322	(4.)
Terre=Noire, (Loire) 1834.	Stabeisenfabrikation.	9000	1300	—	1300	300	300	(5.)
Clyde, (Schottland).	Gießereibetrieb.	9000	—	2000	902	400	222	(6.)
Calder, id.	id.	8335	—	2100	965	400	322	(7.)
Monkland, id.	id.	6090	2000	—	2000	300	232	(8.)
Birlly, id.	id.	7967	1850	—	1850	300	204	(8.)
Apedale, (England).	id.	7105	1625	—	1625	350	322	(8.)
Butterley, id.	id.	7105	1856	2600	1856	310	182	(9.)
Cordnor Park, id.	Stabeisenfabrikation.	unbekannt	1749	2450	1749	300	204	(9.)

Art der Apparate und Bemerkungen.

(1.) Cabrol; $\frac{3}{5}$ Steinkohlen, $\frac{2}{5}$ Koaks.
(2.) id. Koaks allein.
(3.) Clyde id.
(4.) Calder id.
(5.) Taylor id.
(6.) Clyde, Steinkohlen allein.
(7.) Calder id.
(8.) id. Koaks allein.
(9.) id. Steinkohlen allein.

Die Varietät und Beschaffenheit der angewendeten Brennmaterialien, die Art des Roheisens, das man erhalten will, können als Grund für die großen Verschiedenheiten, welche die vorhergehende Tabelle so deutlich zeigt, dienen, und deßhalb läßt sich in dieser Beziehung auch nichts mit Gewißheit für oder gegen den Apparat des Herrn Cabrol sagen.

Indessen kann man zu seinen Gunsten anführen, daß die Versuche unter sehr ungünstigen Umständen, mit schlechten und noch obendrein sparsam zugetheilten Brennmaterialien angestellt wurden, daß ferner, wenn es möglich gewesen wäre, sich bessere zu verschaffen, und die Versuche länger fortzusetzen, um dem Ofen Zeit zu lassen, seine Normal-Temperatur zu erreichen, alle Umstände zu der Hoffnung berechtigten, daß man die Ersparniß an Brennmaterial noch weiter hätte treiben können.

Der Cabrol'sche Apparat kostet außerdem kaum $\frac{1}{4}$ Tonne Steinkohlen zu unterhalten, während die englischen Apparate auf 1000 Roheisen 300 bis 400 verbrauchen.

Derselbe bringt die Luft mit einer außerordentlichen Leichtigkeit auf eine Temperatur von 426° und darüber, ohne daß man dabei eine Erniedrigung derselben zu besorgen hätte, während man sie bei den englischen Apparaten nur mit großer Mühe auf 322° bringt, und aus Furcht die Röhren zu verbrennen, sie sogar sehr oft auf 200° und 250° erhält.

Der Apparat von Alais erfordert übrigens weniger Platz, ist keinen Reparaturen unterworfen, und braucht keine Ruhetage; seine Unterhaltung ist äußerst leicht und wohlfeil.

Endlich scheint er den andern Apparaten hinsichtlich seiner Wirksamkeit auf die Production von Gußeisen überlegen zu sein, weil er mit einer Mischung von Steinkohlen und Koaks mehr als 9 Tonnen Gußeisen in 24 Stunden gegeben hat, und mit Koaks allein über 10 Tonnen; allem Anscheine nach würde man mit einem weniger schlechten Brennmaterial, bei hinlänglich fortgesetzten Versuchen noch weit bessere Resultate erhalten haben. Mit den englischen Apparaten ist man nicht über 9 Tonnen gekommen und oft darunter geblieben, aus Furcht, die Apparate zu verbrennen, wenn man die Temperatur zu hoch steigerte.

Um übrigens den Punkt zu bestimmen, wo dieser Apparat seine größte Wirksamkeit hat, wie auch den, wo er am wenigsten Brennmaterial verbraucht, scheinen neue Versuche nöthig. Es ist zu wünschen, daß sie so bald wie möglich stattfinden mögen, und daß man dazu einen Ofen wähle, wo die englischen Apparate schon angewendet waren, um die in den beiden Fällen mit denselben Elementen erhaltenen Resultate zu vergleichen.

Es ist zu hoffen, daß man diese Versuche bald machen wird; denn schon mehrere Hohofenbesitzer gehen, nachdem ihnen die Resultate der zu Alais angestellten Versuche bekannt geworden sind, damit um, auf ihren Werken ähnliche Apparate zu bauen.

II.

Beschreibung eines, dem Cabrol'schen ähnlichen Apparates zur Erhitzung der Gebläseluft.

Wir entlehnen diese Beschreibung aus einem Aufsatz im Maiheft 1836 des »Repertory of Patent-Inventions« und daraus in Dingler's polytechnischem Journal Bd. 61, Seite 123. Es führt derselbe die Ueberschrift: »Verbesserungen im Schmelzen von Eisenerzen, worauf sich C. P. Devaux, Kaufmann in der City von London, am 8. Oct. 1835 ein Patent ertheilen ließ.« — Es ist diese Beschreibung des Patentgegenstandes nichts weiter als die des Cabrol'schen Apparates, den der englische Kaufmann auf diese Weise in England einführte.

Die Abbildungen Fig. 1. und 2. Taf. I. haben wir vergrö-

ßert und verdeutlicht. — Wir lassen den Patentnehmer selbst reden:

Die Verbesserungen, auf welche sich mein Patent bezieht, betreffen einen Apparat, der zwischen einem gewöhnlichen Gebläse und dem Eisenhohofen angebracht werden soll, um dadurch den durch das Gebläse erzeugten Luftstrom oder Wind durch ein in dem fraglichen Apparate eingeschlossenes Feuer zu treiben. Die Luft, die zur Unterhaltung dieses Feuers dient, wird hierdurch nicht nur erhitzt, sondern auch in einem gewissen Grade zersetzt, worauf sie dann durch den Druck der Luft zugleich mit dem Gase und mit den Dämpfen, die aus dem Feuer entwickelt wurden, in den Schmelzofen als erhitzte und gashaltige Gebläseluft getrieben wird. Der Schmelzproceß wird hierdurch nicht nur wesentlich verbessert, sondern es ergiebt sich zugleich auch eine bedeutende Ersparniß an Brennmaterial. Um meine Erfindung allgemein verständlich zu machen, will ich sogleich zur Beschreibung meines Apparats übergehen.

Fig. 1. Taf. I. ist ein Längendurchschnitt des Apparats, mittelst welchem dem gewöhnlichen Schmelzofen ein ununterbrochener Strom erhitzter und zum Theil zersetzter Luft, Gas und Dämpfe zugeführt werden sollen.

Fig. 2. stellt denselben Apparat im Grundrisse dar.

Die Kammern **A**, **B** und **C** sollen aus Eisenplatten, welche mittelst Schraubenbolzen oder sonst auf andere Weise mit einander verbunden sind, bestehen, und deren Gefüge solchermaßen mit dem gewöhnlichen Eisenkitte verstrichen werden, daß nichts von der condensirten Luft, welche diese Kammer zu fassen hat, entweichen kann. Die Kammer **A** ist so groß, daß ein Mann darin Raum hat, um das Feuer zu speisen, und dessen Zustand auf die weiter unten beschriebene Weise zu prüfen. **B** ist eine andere Kammer, in welche der Arbeiter zuerst eintritt. **C** endlich ist eine Kammer, in deren oberem Theile ein Ofen angebracht ist.

D, **E** sind Röhren, durch welche die erhitzte Luft, mit Gasen und Dämpfen, durch die Düsen hindurch in den Schmelzofen getrieben wird. Der untere Theil der Kammer **C** bildet das Aschenloch **M**, welches nach der Kammer **A** zu offen steht, so daß die Luft frei eintreten kann. Die Kammer **A** communicirt durch

eine Oeffnung, welche so groß ist, daß ein Mann hindurch kriechen kann, mit der Kammer B, und durch eine ähnliche Oeffnung communicirt diese letztere Kammer mit der atmosphärischen Luft. Beide Oeffnungen sind mit eisernen Thüren P P'' versehen, deren Ränder mit Leder oder einem andern Materiale besetzt sind, um sie luftdicht schließen zu machen. Diese Thüren lassen sich leicht öffnen, so lange der innere Druck nicht größer ist, als der äußere; denn sie drehen sich an eisernen Zapfen oder in Angelwinden, und öffnen sich nach jenen. In den Thüren befinden sich kleine Oeffnungen a, a, die mit Metallscheiben, welche von Außen oder von Innen umgedreht werden können, verschlossen sind; und sowohl diese Oeffnungen als die Schieber sind so gebaut, daß wenn die Scheiben gedreht werden, die Oeffnungen offen stehen, damit die Luft aus A in B übertreten kann, um den Druck auf die beiden Seiten der Thür P auszugleichen; oder damit die Luft aus B in die äußere atmosphärische Luft übertreten kann, um den Druck auf die beiden Seiten der Thür P' auszugleichen, so daß die Thüren P, P' geöffnet werden können. An dem oberen Theile der Kammer befindet sich ein Ventil L, welches sich nach Innen öffnet. In der Kammer C sind die Roststäbe F angebracht. Die Seitenwände und der über den Roststangen befindliche Theil der Kammer C, sind mit feuerfesten Backsteinen, die durch eine mehrere Zoll dicke Schicht Sand, Asche, oder irgend einem andern schlechten Wärmeleiter von den Eisenplatten getrennt sind, ausgefüttert. Die Leitungsröhren D und E bestehen aus Eisen und sind mit Backsteinen oder irgend einem andern Materiale, welches einem hohen Hitzgrade zu widerstehen vermag, ausgefüttert.

Die Röhre E soll so angebracht sein, daß sie, wenn es nöthig ist, mittelst eines Rades und eines Halsstückes, wie in der Zeichnung angedeutet ist, nach rück- und vorwärts bewegt werden kann; ihre Enden sind demnach auch so gebaut, daß sie genau in die Röhren, in welchen sie sich bewegen, einpassen. In der Kammer C befindet sich bei G eine Oeffnung, durch die das Feuer gespeist, und wenn es nöthig ist, die Feuerstelle auch gereinigt werden kann; sie wird mittelst eines kleinen, aus der Zeichnung ersichtlichen Ventiles verschlossen oder geöffnet. Die Kammer A communicirt mittelst der Röhre K mit irgend einer Art von Ge-

bläse; die Communicationsstelle kann, je nachdem es die Localumstände gestatten, an irgend einer der Seiten der Kammer A angebracht werden.

Aus dieser Beschreibung wird der Bau des Apparates in so weit erhellen, daß ich nunmehr anzudeuten habe, wie derselbe arbeitet. Wenn bei F ein Feuer angezündet und die Thür P und das Ventil L geschlossen worden ist, so wird durch das Gebläse bei der Oeffnung K atmosphärische Luft in die Kammer A getrieben, und da diese Luft auf die Thür P so wie auf das Ventil L dieser Kammer drückt, so werden beide durch den Druck der verdichteten Luft geschlossen erhalten. Die in die Kammer A getriebene Luft erfüllt diese Kammer und das Aschenloch M, und unterhält, indem sie bei F durch das Feuer empordringt, die Verbrennung, wobei sie die aus dem Brennmateriale entwickelten Gase und Dämpfe mit sich führt. Die zum Theil zersetzte und erhitzte Luft wird mit den Gasen und Dämpfen in den Schmelzofen getrieben, und bedingt daselbst nicht nur eine vollkommene Schmelzung des Eisenerzes, sondern zugleich auch eine große Ersparniß an Brennmaterial und Zuschlag. Die Speisung des Feuers in Mitte der comprimirten Luft der Kammer A wird folgendermaßen erzielt. Nachdem nämlich der zu dieser Verrichtung bestimmte Arbeiter durch die Kammer B und die Thür P in diese Kammer gelangt ist, und nachdem auch die Oeffnung a in dieser Thür verschlossen worden ist, wird die Handhabe an der Oeffnung a umgedreht, um zwischen A und B eine Communication herzustellen. Ist dies geschehen, so dringt die comprimirte Luft aus A in die Kammer B, so daß in beiden Kammern ein gleicher Druck der Luft hergestellt wird; und da das auf die Thür P drückende Gewicht auf beiden Seiten gleich ist, so kann diese leicht geöffnet werden. Der Arbeiter kann demnach leicht in die Kammer A eindringen und bei der Oeffnung G die Reinigung des Rostes und die Speisung des Feuers beinahe mit derselben Leichtigkeit vornehmen, als geschehe dies außerhalb der comprimirten Luft. Sollte das Gebläse stillstehen, während sich der Arbeiter in der Kammer A befindet, und sollte sich zum Theil zersetzte Luft oder Gas, welches dem Arbeiter ohne unmittelbare Ventilirung mit frischer Luft schädlich werden könnte, darin befinden, so würde sich das Ventil

L, indem nicht länger mehr der Druck der comprimirten Luft darauf wirken würde, öffnen, so daß also der Arbeiter nie Gefahr laufen kann. Als Brennmaterial wird auf der Feuerstelle F Pechkohle, Koaks, Holzkohle oder ein Gemenge von diesen oder andern bekannten Brennstoffen verwendet.

Ich weiß sehr wohl, daß bereits schon früher Eisenschmelzöfen mit erhitzter atmosphärischer Luft betrieben wurden, und daß namentlich James Beaumont Neilson schon am 11. September 1821 ein Patent auf einen Apparat nahm, womit die Gebläseluft auf ihrem Uebergange in den Schmelzofen erhitzt werden sollte. Allein an diesem Apparate mußte die Luft keineswegs durch entzündetes, in einer geschlossenen Heizkammer befindliches Brennmaterial strömen, sondern die Erhitzung geschieht, indem man die Luft durch Behälter, die von Außen erhitzt werden, treibt, so daß mithin nichts von den, aus dem Brennmateriale entwickelten, Gasen oder Dämpfen mit der Luft in den Schmelzofen gelangt. Am 2. Januar 1828 nahm auch ein Hr. Thomas Botfield ein Patent, worin der Vorschlag gemacht wurde, die atmosphärische Luft durch ein Feuer zu ziehen; allein hier war es zur Erzielung eines gehörigen Luftzuges nöthig, den Schmelzofen mit einem hohen Rauchfange auszustatten, während meiner Erfindung gemäß ein solcher nicht nöthig ist. Botfield schlug ferner auch vor, in einigen Fällen zur Unterstützung des durch den Rauchfang erzeugten Zuges ein gewöhnliches Gebläse zu benutzen; allein hier wurde die Luft aus dem Gebläse direct in den Schmelzofen, und nicht zuerst in eine der hier beschriebenen ähnlichen Kammer A getrieben, noch wurde die Verbrennung des Brennmaterials in einer geschlossenen Heizkammer durch comprimirte Luft unterhalten.

III.

Ueber die Anwendung heißer Luft bei der Gewinnung von Roheisen *).

Es wird einem Jeden, der an dem Vorschreiten der Gewerbe in England Antheil nimmt, bekannt sein, daß Neilson in Glas-

gow, Vorsteher des Gaswerks daselbst, ein Patent auf Oefen genommen hat, welche durch Gebläse irgend einer Art mit heißer Luft versehen werden. In Schottland wurde die Erfindung des Herrn Neilson bei der Roheisen-Produktion in einem so großen Umfang in Anwendung gesetzt, daß nur ein einziges Hüttenwerk in jenem Lande keinen Gebrauch davon macht, allein auch hier wird der dazu erforderliche Apparat bereits erbaut. Abgesehen von der großen Wichtigkeit, welche eine solche Verbesserung in der Darstellung eines so werthvollen Produkts, als das Roheisen ist, besitzt, verdient auch die Erfindung des Herrn Neilson noch darum Aufmerksamkeit, weil durch eine überaus einfache Einrichtung eine großartige Verbesserung erreicht wird, man möchte fast sagen, durch anscheinend ganz ungenügende Mittel. Ich erhielt durch die Güte des Herrn Dunlop, Besitzers der Clyde-Eisenwerke, welcher Neilson's Erfindung zuerst in Anwendung brachte, freien Zutritt, um mich in allem zu unterrichten, und jede Auskunft über die mit der neuen Einrichtung in jenem großen Werk erhaltenen Resultate, und glaube daher, daß es nicht unangemessen sein wird, darüber einen Vortrag zu halten.

1. **Ueber die zeitherige Weise, Roheisen zu erblasen.** Zur Roheisenproduction sind dreierlei nöthig: Erz, Brennmaterial und Flußmittel. Das Eisenerz ist thoniger Sphärosiderit, das ist ein Gemenge von kohlensaurem Eisenoxydul mit kohlensaurem Kalk, Magnesia und Thon. Das Brennmaterial, dessen man sich zeither auf den Clydewerken, und überhaupt in Schottland, bediente, waren Koaks aus Blätterkohle (Splint-coal) erzeugt. Beim Verkoaken erleiden die Steinkohlen 55% Gewichtsverlust und geben nur 45% Koaks. Der Vortheil bei dieser Umwandlung der Steinkohlen in Koaks besteht darin, daß die Koaks beim Verbrennen eine größere Hitze entwickeln, indem während ihres Verbrennens keine Dämpfe sich erzeugen, in denen gebundene Wärme entweicht, wie dies z. B. bei dem Verkoaken der Stein-

---

*) Dies ist die Uebersetzung eines Aufsatzes vom Dr. Clarke zu Aberdeen in Schottland, aus dem Mechanic's Magazine Vol. 24, p. 211. Obgleich derselbe nicht viel Neues enthält, so giebt er doch eine so klare Uebersicht des Hohofenbetriebs mit erhitzter Luft, daß der Herausgeber es sich nicht versagen konnte, diese Uebersetzung seinen Lesern mitzutheilen.

kohlen der Fall ist. Als Flußmittel bedient man sich des Kalksteins, mittelst welchem man die dem Erz beigemischten Thontheile zum Schmelzen bringen will, so daß eine gute schmelzbare Schlacke sich bildet, gleich wie Zinn und Blei zusammen verbunden leichter schmelzen, als jedes von beiden allein.

Diese drei Materien werden auf die Gicht des Ofens geschafft, und gemengt aufgegeben. Der Wind wird mittelst Röhren von den Gebläsen zugeführt, und strömt durch Düsen, an je 2 einander gegenüber befindlichen Seiten, auch an 3, ja selbst, aber selten, an allen 4 Seiten in den Schacht, und zwar nicht weit von der Sohle desselben, etwa 40 Fuß unter der Gicht, wo die Möllerung aufgegeben wird. Der Hohofen besteht im mittlern Theil aus einem Abschnitt zweier Kegel, deren horizontale Basis beiden gemeinschaftlich ist; die Enden beider Kegel gehen in Cylinder aus, welche den obersten und untersten Theil des Schachts ausmachen. Sämmtliche in den Ofen gebrachte Materien lösen sich in luftförmige und flüssige Produkte auf, erstere entweichen unsichtbar aus der Gicht, und enthalten alle Kohlentheile der Koaks, wahrscheinlich als kohlensaures Gas, mit Ausnahme des geringen Antheils Kohlenstoffs, welchen das Roheisen enthält. Die flüssigen Produkte sammeln sich im Gestell des Ofens und trennen sich in 2 Schichten: die untere, schwerere, ist das geschmolzene Roheisen, die obere, leichtere, sind die Schlacken, welche aus dem Flußmittel, den thonigen Theilen des Erzes und den erdigen Theilen des Brennmaterials resultiren.

2. Die Verbesserung im Hohofenbetrieb, welche Hr. Neilson einführte, besteht nun in Folgendem: Der Wind, den die Gebläse liefern, wird nicht kalt in den Schacht geleitet, sondern vor dem Eintritt in den Ofen erhitzt. Diese Erwärmung wurde zeither dadurch bewirkt, daß man den Wind durch rothglühende eiserne Gefäße trieb. In der Patenterklärung giebt Hr. Neilson an, daß die Form des Erhitzungsapparats ganz unwesentlich sei, um das vortheilhafte Resultat seiner Erfindung zu erhalten; er habe mit Einrichtungen verschiedener Art Versuche gemacht, könne aber nicht entscheiden, welche Form derselben die vorzüglichste sei. Auf den Clyde-Eisenwerken hatte man die vortheilhaftesten Wirkungen durch rothglühende eiserne Röhren erhal-

ten, durch welche man den Wind von den Gebläsen nach dem Ofen leitet.

3. Resultate der Erfindung des Hrn. Neilson. — Während des ersten Halbjahrs 1829 wurde alles Roheisen auf den Clyde-Eisenwerken mit kalter Luft erblasen; man gebrauchte, um 1 Tonne Roheisen auszubringen, 8 Tonnen 1¼ Centner Steinkohlen, vorher in Koaks verwandelt. Im ersten Halbjahre 1830, als man den Wind auf etwa 300 F. (119° R.) erhitzte, gebrauchte man zu gleicher Produktion nur 5 Tonnen 3¼ Centner Kohlen in Koaks verwandelt. Es ergab sich also ein Ersparniß von 2 Tonnen und 18 Centner Steinkohlen auf die Tonne erzeugtes Roheisen; man muß aber von obiger Menge noch die zum Glühendmachen der eisernen Windröhren erforderlichen Kohlen, gegen 8 Centner, abziehen. Es betrug daher das Nettoersparniß 2½ Tonnen auf die Tonne erzeugtes Roheisen.

Im Verlauf des Jahres 1830 wurde die Luft nicht höher als zu 300° F. erhitzt; der günstige Effekt bestimmte aber Hrn. Dunlop, so wie andere Eisenwerkbesitzer, den Wind höher zu erhitzen, und ihre Erwartungen wurden nicht getäuscht. Die zum Schmelzen nöthige Kohlenmenge wurde dadurch noch mehr verringert, so daß Anfang 1831 Herr Dixon, Besitzer des Calder Eisenwerks, statt der Koaks, rohe Steinkohlen anzuwenden versuchte. Der Versuch wurde mit gutem Erfolg bei Anwendung der heißen Luft gekrönt. Seit dieser Zeit hat man sich auf dem größten Theil der schottischen Eisenwerke der Steinkohlen statt der Koaks bedient, und der Temperaturgrad der heißen Luft wurde so erhöht, daß dieselbe Blei schmelzte, und mitunter selbst Zink; er betrug demnach statt 300° F., wie im Jahre 1830, ungefähr 600° (252½° R.).

Bei diesem Verfahren nahm aber auch die Hitze im Gestell so zu, daß man hinsichtlich der Düsen, durch die der Wind einströmt, eine Vorsichtsmaßregel anwenden mußte, damit sie nicht schmelzen, eine Einrichtung, welche schon früher bei den Feineisenfeuern üblich war. Die Oeffnung im Gestell, in welche die Düse der Gebläse gelagert wird, nennt man die Form. Dieselbe ist mit einem Trichter zu vergleichen, der nach dem Gestell zu sich verengt. In der Form befindet sich ein gußeisernes Futter, wel-

ches man auch mit dem Namen Form bezeichnet, um die Steine gegen die Hitze zu schützen, und dieselben zu stützen. Dieser gegossene hohle Körper ist nach vorn zu gleichfalls verengt, aber noch weit genug, um die Düse aufzunehmen. Bei der großen Hitze im Gestell, in Folge der vorstehend geschilderten Veränderungen, mußte man befürchten, daß dieselbe in der Nähe der Augen der Düsen eine solche Intensität annehmen würde, daß das eiserne Futter in der Form schmelzen möchte. Um dieses zu vermeiden, wendete man ein längst bekanntes Mittel an, welches man eine Wasser=Form (water twer) nennt. Es wird nämlich die gußeiserne Form hohl gegossen, und in den Zwischenraum zwischen beide Eisenwände Wasser geleitet, welches stets kalt zu= und heiß abfließt. Ein Nebenvortheil bei der Anwendung der Wasser=Form besteht noch darin, daß es thunlich wird, den Raum zwischen der Düse und Form auszufüllen, wodurch ein Windverlust vermieden wird, der sonst gewöhnlich stattfindet.

Im Laufe der ersten sechs Monate des Jahrs 1833, als alle vorstehend angeführten Veränderungen am Ofen ausgeführt worden waren, wurde eine Tonne Roheisen bei einem Aufgang von zwei Tonnen 5¼ Centner Kohlen erblasen, welche letztere nicht vorher verkoakt wurden. Rechnet man noch acht Centner hinzu, die zum Erhitzen der Windröhren erforderlich waren, so erhält man 2 Tonnen 13¼ Centner als Totalsumme, während 1829, um dieselbe Last Roheisen zu produciren, noch 8 Tonnen 1¼ Centner Kohlen erforderlich waren. Letztere Kohlenmenge ist genau dreimal größer bei Anwendung von kalter Luft, als sie jetzt bei heißer nöthig ist, wobei noch zu berücksichtigen, daß man früher die Steinkohle erst verkoaken mußte. Es wird also jetzt, ohne vorheriges Verkoaken, mit einem gleichen Gewicht Blätterkohle eine dreifach größere Menge Roheisen erblasen. Während diese verschiedenen Verbesserungen am Ofen ausgeführt wurden, blieb das Gebläse unverändert; es ist eine höchst merkwürdige Seite der Entdeckung des Herrn Neilson, daß die Wirksamkeit einer gegebenen Luftmenge in Bezug auf die Produktion von Roheisen sich so bedeutend vermehrt hat. Die Zahl der Hohöfen auf den Clyde=Eisenwerken, welche früher 3 war, ist auf 4 erhöhet worden, ohne daß man das Gebläse im Mindesten vermehrt hat.

Nachstehend ist das wöchentliche Ausbringen verzeichnet, so wie der Aufgang an Brennmaterial in den Oefen, abgesehen von der Menge, welche zum Erhitzen der Windröhren erforderlich war:

1829	v.	3	Hohö.	111	Ton.	Rohe.	mit	403	T.	Kks.	v.	888	Ton.	Steink.
1830	„	3	„	162	„	„	„	376	„	„	„	836	„	„
1833	„	4	„	245	„	„					mit	554	„	„

Vergleicht man nun die Produktion von 1829 mit der von 1833, so ergiebt sich, daß mit dem heißen Wind mehr als die zweifache Menge an Roheisen erblasen wurde. Die Menge des Brennmaterials in beiden Perioden kann nicht verglichen werden, weil in der erstern Koaks, in der letztern Steinkohlen gebrannt wurden. Vergleicht man aber den Aufgang an Koaks 1829 und 1830, so findet sich im letztern Jahr ein größeres Produkt an Roheisen, während der Aufgang an Koaks sich vermindert hat. Es erscheint daher die vermehrte Wirksamkeit des Windes nicht größer, als von der verringerten Menge des Brennmaterials zu erwarten stand, welche erforderlich war, eine gegebene Menge Eisen zu schmelzen. Im Ganzen hat also das Erhitzen des Windes bewirkt, daß mittelst einer gleichen Menge Brennmaterial dreimal mehr Eisenerz reducirt wird, und dieselbe Windmenge zweimal mehr wirkt, als früher. Es ist dem zufolge auch die nöthige Menge des Flußmittels verringert worden. Das Nähere hierüber, so wie über andere Nebenumstände ergiebt sich aus der am Ende angefügten Tabelle, welche ich Hrn. Dunlop verdanke.

4. **Versuch, diese außerordentlichen Resultate zu erklären.** — Zuvörderst müssen wir einen Unterschied machen, zwischen der verbrauchten Menge Brennmaterial, und der erzeugten Temperatur. Denke man sich, ein Ofen sei auf 500° F. (= 208° R.) erhitzt, um Blei in demselben zu schmelzen. Da aber der Schmelzpunkt des Bleies mehr als 100° F. ($44\frac{4}{9}$° R.) höher liegt, so ist es klar, daß, so viel auch Brennmaterial im Ofen verbrannt wird, um ihn bei 500° warm zu erhalten, dieses Alles zu nichts führt, weil die Temperatur von 500° zu niedrig ist, um Blei zu schmelzen. Beim Betrieb von Eisenhohöfen ist es erfahrungsmäßig, daß ein bestimmter Hitzgrad im Schacht hervorgebracht werden muß, soll ein günstiges Resultat erhalten werden; alles Brennmaterial ist verschwendet, wenn der Temperaturgrad im

Ofen niedriger ausfällt. Wie bedeutend nun aber der Einfluß der heißen Luft beim Hohofenbetrieb hinsichts der Temperaturvergrößerung ist, geht aus einer Betrachtung des relativen Gewichts der festen und gasförmigen Materien hervor, deren man sich zum Reduciren der Eisenerze bedient.

Auf einen Ofen, welcher im Jahre 1833 auf den Clyde Eisenwerken erbaut worden war, werden alle Stunden 2 Tonnen feste Substanzen aufgegeben, und mit den Gichten 23 Stunden lang täglich fortgefahren, indem $\frac{1}{2}$ Stunde jeden Morgen und jeden Abend auf den Abstich verwendet wird. Wie groß mag wohl das Gewicht der verbrauchten heißen Luft sein? Dies läßt sich aus den Luftmengen, die auf den Clyde und Calder Eisenwerken verbraucht werden, vergleichungsweise beantworten. Ein Hohofen verbraucht in der Minute zwischen 2500 und 3000 Kubikfuß heiße Luft. Wir wollen 2867 annehmen, weil diese Zahl die bequemste ist, indem ein Kubikfuß Luft von 50° F. $1\frac{1}{4}$ Unze Avoir du poids Gewicht wiegt, und daher 2867 Kubikfuß in der Minute genau 2 Centner ausmachen, oder 6 Tonnen in der Stunde. Zwei Tonnen feste Materien werden stündlich aufgegeben; diese können kaum einen nachtheiligen Einfluß auf die Temperatur des Ofens ausüben, am wenigsten im heißesten Theil des Schachts, der weit unter der Gicht liegt, wo das Eisen, welches vorher schon reducirt worden, schmilzt, und die Schlacken sich bilden. Wenn das aufgegebene Brennmaterial Kohle ist, so bezweifle ich nicht, daß dieselbe, bevor sie im Gestell des Schachtes angelangt ist, — der heißeste Theil im Ofen, der Raum, wo sie nützlich wirken soll, — völlig verkoakt worden, so daß das neue Verfahren, bei Steinkohlen Roheisen zu erblasen, von dem zeitherigen, wo man sich der Koaks bediente, nur scheinbar, aber nicht in der Wirklichkeit, verschieden ist. Wenn aber 2 Tonnen feste Substanzen, die man stündlich auf der Gicht aufgiebt, nicht beträchtlich die Temperatur im heißesten Theil des Ofens verändern, können wir wohl dasselbe von den 6 Tonnen Luft behaupten, die stündlich nahe der Sohle des Schachts, gerade in den heißesten Theil des Ofens getrieben werden? Die hinzugeleitete Luft ist bestimmt, das Verbrennen zu bedingen, allein dieser nützliche Zweck wird bei Anwendung von kaltem Wind dadurch beeinträchtigt, daß 6 Tonnen Luft stündlich

in den Ofen geblasen, letztern abkühlen, indem sie gerade in den heißesten Theil desselben eintreten, und sich auf Kosten der großen Hitze daselbst erwärmen. Erhitzt man aber vorher den Wind, so muß diese Abkühlung des Ofens vermieden werden, die heiße Luft muß den Verbrennungs-Proceß vermehren, ohne dabei einen Theil der Wärme, die durch das Verbrennen entwickelt wird, zu rauben. Dies scheint mir eine deutliche, passende und höchst einfache Erklärung der außerordentlichen Vortheile zu sein, welche in der neuesten Zeit im Eisenhüttenbetrieb durch die Anwendung von heißer Luft errungen worden sind *).

Das Gebläse besteht in einem Cylinder von 80 Zoll Durchmesser, 4 Fuß Höhe, der Kolben macht 18 Hübe in der Minute, und wird von einer Dampfmaschine bewegt, deren Cylinder 40 Zoll Durchmesser mißt. Die Maschine reicht aus, sowohl für 3, als auch für 4 Oefen den Wind zu erzeugen; in beiden Fällen waren 2 Formen von 3 Zoll Durchmesser in jedem Ofen in Thätigkeit. Die Windpressung betrug $2\frac{1}{2}$ Pfund auf den Quadratzoll. Der 4. Ofen kam in Thätigkeit, nachdem die Wasserformen eingesetzt, und der Raum in der Form zwischen der Düse und den Formwänden verklebt worden. Hierauf machte der Kol-

*) Man hat hin und her über den Nutzen der Erwärmung der Luft zum Hohofenbetrieb gesprochen, aber keine genügende Erklärung bis jetzt gegeben. Es mögte nicht unnöthig sein, die Aufmerksamkeit der betheiligten Personen auf Folgendes zu leiten. Ist der Nutzen wirklich einer Erhöhung der Temperatur zuzuschreiben, so muß zur theoretischen Begründung desselben beachtet werden, daß viele Chemiker und Physiker zwar annehmen, daß eine gleiche Menge Sauerstoff bei ihrer Verbindung immer gleiche Menge Wärmestoff enthalten, was eben so viel sagen will, als daß die Quantität der entbundenen Wärme, eine eben so bestimmte Größe sei, als das Atomengewicht der ponderablen Stoffe, daß dies aber bei weitem noch nicht als bewiesen anzusehen sei. — Ist die Menge des sich entbindenden Wärmestoffs immer die nämliche, so kann keine Temperaturerhöhung dadurch mit Vortheil erreicht werden, daß man die Luft außerhalb des Ofens durch Anwendung einer gewissen Quantität Brennmaterial erhitzt. — Ist aber die Quantität der entbundenen Wärme nicht constant und im Verhältniß der sich verbindenden Stoffe, so kann allerdings die Art der Verbrennung, nämlich die Intensität, einen bedeutenden Einfluß auf das Resultat ausüben. — So habe ich gefunden, daß, wenn ich in einem Calorimeter trocknes Salzsäuregas von Wasser absorbiren ließ, sich bei schneller Einwirkung immer mehr Wärme entband, als bei einer langsamen — versteht sich, immer für die nämliche Quantität Stoffe gerechnet. — Es verdient dies in vielem Betracht sorgfältig ausgemacht zu werden. Die von mir angefangenen Arbeiten über Produkte der trocknen Destillation erlauben mir nicht diesen Gegenstand zu verfolgen, da jener meine ganze Aufmerksamkeit erfordert. Der oben erwähnte Versuch war von mir vor zwei Jahren angestellt." (Heß in Poggendorff's Annalen, Bd. 38. S. 232.)

den nicht mehr 18 Hübe in der Minute, da der Widerstand der in den 4 Oefen angehäuften Materien zu groß wurde.

Folgendes ist die Möllerung:

1829.	Koaks	5	Centner	—	Viertel	—	Pfund.
	Gerösteter Eisenstein	3	„	1	„	11	„
	Kalkstein . . .	—	„	3	„	16	„
1830.	Koaks	5	„	—	„	—	„
	Gerösteter Eisenstein	5	„	—	„	—	„
	Kalkstein . . .	1	„	1	„	16	„
1833.	Steinkohlen . .	5	„	—	„	—	„
	Gerösteter Eisenstein	5	„	—	„	—	„
	Kalkstein . . .	1	„	—	„	—	„

Der Herausgeber des Mechanic's Magazine fügt hinzu, daß der Correspondent, welchem er die Mittheilung dieses interessanten Aufsatzes verdanke, folgende Bemerkungen beigefügt habe.

Die beste Anwendung der heißen Luft beim Eisenschmelzen, welche ich zu sehen Gelegenheit hatte, macht man auf Wilsonton-Eisenwerke in der Nähe von Lanark und Whitburn. Auf diesen Werken hat die Luft die Schmelztemperatur des Bleies 612° F. (= 257$\frac{7}{9}$° R.).

Der Wind wird dadurch erhitzt, daß man denselben durch eine Reihe eiserner Röhren leitet, die einen geringen Durchmesser haben, aufrecht in einem aus Ziegelsteinen erbaueten Ofen stehen, und rothglühend gemacht werden (s. Fig. 2. Taf. I. Heft 1.). Der heiße Wind strömt durch 4 Formen in den Ofenschacht. Die Condie-Röhren, so genannt nach Herrn Condie, dem Dirigenten der Wilsonton-Eisenhütten, früher auf den Calder Eisenhütten, dauern länger, als die schlecht eingerichtete Heizvorrichtung auf den Clyde-Eisenwerken, wo die Röhren einen größern Durchmesser haben; erstere bedingen ein größeres Ersparniß an Brennmaterial. (Man sehe ihre Abbildung in Fig. 6 — 9. Taf. I. Heft 1.)

Wendet man rohe Kohlen an, so hat man den Nachtheil, daß der Ofen sich bald verstopft, und dadurch ein Eisen von geringerer Beschaffenheit producirt wird, als beim Gebrauch von Koaks. Es ist daher nicht unwahrscheinlich, daß man den Gebrauch der rohen Kohlen bald allgemein wieder aufgeben wird.

Nachw

der Roheisenproduktion und des Verbrauchs an Steinkohlen beim
während der Jahre 1829, 30 und

Koaks und kalte Luft.							Koaks und	
1829.	Wöchentliche Roheisenprodukt. von 3 Oefen.			Aufgang an Kohlen zu einer Tonne Roheisen.			1830.	Wöchen Roheise von 3
	Tonnen.	Ctr.	Vtl.	Ton.	Ctr.	Vtl.		Ton.
Januar 7	137	18	2	8	12	1	Januar 6	176
14	148	2	—	6	9	2	13	181
21	148	8	2	6	11	3	20	172
28	138	9	2	7	—	2	27	178
Februar 4	125	13	—	7	12	1	Februar 3	164
11	136	19	—	7	13	1	10	172
18	130	16	2	7	11	3	17	163
25	105	12	2	7	10	—	24	170
März 4	101	8	1	7	17	2	März 3	154
11	111	2	—	8	2	2	10	154
18	114	10	—	7	6	2	17	151
25	110	14	—	8	8	1	24	163
April 1	111	4	—	8	7	2	31	163
8	107	7	—	8	3	—	April 7	147
15	91	12	2	8	15	—	14	154
22	85	13	—	9	13	—	21	163
29	91	14	2	9	6	2	28	148
Mai 6	92	7	2	8	8	2	Mai 5	162
13	94	6	—	9	2	1	12	149
Juli 8	88	4	2	8	16	3	19	162
15	91	13	—	8	5	—	26	165
22	97	2	—	8	2	1	Juni 2	160
29	104	15	2	7	10	2	9	157
August 5	106	17	2	7	7	2	16	164
12	93	1	—	8	6	—	23	149
19	113	7	8	18	2	—	30	162
	2878	18	—	209	19	—		4215
Durchschnitt	110	14	2	8	1	1	Durchschnitt	162

eisung

Erblasen von einer Tonne Roheisen auf den Clyde-Eisenwerken 33 bei ein und demselben Gebläse.

heiße Luft.					Steinkohlen und heiße Luft.						
tliche nprodukt. Oefen.		Aufgang an Kohlen zu einer Tonne Roheisen.			1833.	Wöchentliche Roheisenprodukt. von 4 Oefen.			Aufgang an Kohlen zu einer Tonne Roheisen.		
Ctr.	Vtl.	Ton.	Ctr.	Vtl.		Ton.	Ctr.	Vtl.	Ton.	Ctr.	Vtl.
10	2	5	2	2	Januar 9	365	8	—	2	12	3
12	2	2	—	5	16	267	18	—	2	4	—
5	2	5	—	2	23	270	7	2	2	3	1
7	—	4	19	—	30	250	9	—	2	4	—
8	—	5	4	—	Februar 6	265	3	2	2	1	—
12	—	5	4	—	13	202	10	—	2	4	3
9	—	5	9	—	20	257	1	—	2	4	3
1	—	5	3	—	27	264	—	—	2	5	1
19	—	5	10	3	März 6	234	13	—	2	5	2
16	—	5	9	2	13	238	7	2	2	7	1
8	2	5	9	3	20	205	13	—	2	10	2
17	—	5	5	1	27	217	14	—	2	2	3
8	2	5	11	—	April 3	220	7	—	2	14	2
10	—	5	7	—	10	280	9	2	2	—	3
9	2	5	2	—	17	304	7	—	1	17	3
4	—	4	19	—	24	248	12	2	2	3	—
12	2	5	4	—	Mai 1	245	7	2	2	6	—
10	2	5	2	2	8	200	17	—	2	8	—
13	—	5	3	2	15	246	4	2	2	5	3
4	—	5	5	—	22	219	1	2	2	6	—
7	2	4	18	3	29	231	2	—	2	8	—
4	—	5	2	2	Juni 5	235	16	—	2	6	2
17	—	5	1	—	12	232	10	—	2	7	1
—	—	4	17	3	19	271	1	2	2	1	—
3	—	4	18	—	26	262	3	2	2	3	1
16	2	4	16	3	½ W. 30	122	16		2	5	1
6	—	134	6	2		6370	3	—	58	18	3
2	2	5	3	1	Durchschnitt	245	—	—	2	5	1

IV.

Ueber die Berechnung der Geschwindigkeit und Quantität der erhitzten Gebläseluft *).

Die immer allgemeiner werdende Anwendung erhitzten Windes bei den verschiedenen metallurgischen Processen macht es nothwendig, die bisherigen Formeln zur Berechnung der Geschwindigkeit und Quantität der den Oefen ꝛc. zugeführten Gebläseluft näher zu prüfen, indem dieselben nicht mehr anwendbar sein können, weil die erhöhete Temperatur einen bedeutenden Einfluß auf die Ausdehnung der Luft hat und daher die erhitzte Gebläseluft eine weit größere Geschwindigkeit erhält, als sich aus der bekannten Formel

$$c = 2 \sqrt{\left(g\, h\, \frac{\Delta}{D} \cdot \frac{P}{P+p}\right)}$$

ergiebt, in welcher

c die Geschwindigkeit der Gebläseluft in der Secunde,

g den Fallraum eines Körpers in der ersten Secunde, bei seinem Fall im luftleeren Raume = 15,625 Fuß rheinl.

P die Pressung der Atmosphäre = 14,5 Pfund, bei 28 Zoll Barometerstand,

p das Gewicht, mit welchem die atmosphärische Luft von P Pressung zusammengedrückt wird,

h die Höhe der Wassersäule, welche mit dem zusammengepreßten Winde im Gleichgewicht steht,

Δ die Dichtigkeit des Wassers im Verhältniß zur Dichtigkeit der Atmosphäre, also etwa 800 : 1, und

D die Dichtigkeit der Atmosphäre bei P Pressung = 1 bedeuten.

In dieser Formel sind die Größen P und D von dem jedesmaligen Barometerstande und der Temperatur, p und h dagegen von dem Effect des Gebläses, von der Größe der Düsenöffnung ꝛc. abhängig und demgemäß veränderlich.

---

*) Diese vortreffliche Abhandlung eines Herrn W. Schulze in Brieg, entnehmen wir aus Karsten's Archiv für Mineralogie ꝛc. Bd. 9., S. 587. ꝛc.

Um den Einfluß zu prüfen, den die Veränderung des Drucks der atmosphärischen Luft, oder der Barometerstand, auf die Geschwindigkeit der Gebläseluft bei gleichbleibender Pressung p und gleichbleibender Temperatur = 0 hat, sei P' die Pressung, D' die Dichtigkeit und C' die Geschwindigkeit, welche dem veränderten Barometerstande zukommt. Alsdann wird

$$C : C' = 2\sqrt{\left(g\,h\,\varDelta\,\frac{P}{P+p}\right)} : 2\sqrt{\left(g\,h\,\frac{\varDelta}{D}\cdot\frac{P'}{P'+p}\right)} = \sqrt{\frac{P}{P+p}} : \sqrt{\frac{P'}{D\,(P'+p)}}$$

sein, und da sich die Dichtigkeit elastischer Flüssigkeiten wie die drückenden Kräfte verhalten, so ist

$$1 : D = P : P'$$

$$\text{also } D = \frac{P'}{P}.$$

Substituirt man diese Größe in der obigen Gleichung, so erhält man

$$C : C' \sqrt{\frac{P}{P+p}} : \sqrt{\frac{P'}{\frac{P'\,(P'+p)}{P}}} = \sqrt{\frac{P}{P+p}} : \sqrt{\frac{P}{P'+p}}.$$

Hieraus folgt, daß unter obiger Voraussetzung die Geschwindigkeit zunimmt, wenn der Barometerstand abnimmt und umgekehrt; denn je niedriger dieser ist, desto kleiner wird P' und desto größer der Werth des Bruches $\frac{P}{P'+p}$.

Nimmt man ferner die Pressung p, so wie den Werth von P unverändert an, so übt die Temperatur der Atmosphäre einen bedeutenden Einfluß auf die Geschwindigkeit der Gebläseluft aus, weil mit der höhern oder niedrigern Temperatur die Dichtigkeit der Atmosphäre ab- oder zunimmt, mithin die Größe $\frac{\varDelta}{D}$ und daher auch die Geschwindigkeit der ausströmenden Luft verändert wird. Nach Gay Lussac dehnt sich die Luft bei jedem Grad Reaum. = t um 0,0046875 aus, welche Größe mit b zu bezeichnen ist.

Ein Volumen Luft von 0 Grad Temperatur = V, wird durch Steigerung der Wärme bis zu t Grad, um bt seiner Größe zunehmen, oder es wird V' = V + V bt = (1 + bt) sein, und da sich die Dichtigkeiten zweier Flüssigkeiten bei gleicher Pressung umgekehrt wie die Volumina verhalten, so ist, wenn V das Volumen Luft von 0 Grad Temperatur und Dichtigkeit = 1, V' das eines gleichen Gewichtsquantums Luft von t Grad Temperatur und Dichtigkeit = D bedeuten:

$$V : V' = D : 1$$

$$V : V(1 + bt) = D : 1$$

$$D = \frac{1}{1 + b\,t}$$

Diesen Werth in die obige Formel

$$c = 2\sqrt{\left(g\,h\,\frac{\varDelta}{D} \cdot \frac{P}{P + p}\right)}$$

gesetzt, so erhält man

$$c = 2\sqrt{\left(g\,h\,\varDelta\,(1 + b\,t)\,\frac{P}{P + p}\right)}$$

als den Ausdruck für die Geschwindigkeit einer Gebläseluft von t Grad Temperatur, wenn, wie bemerkt, der Druck der atmosphärischen Luft sowohl, als die Pressung unverändert bleiben.

Was die oben bemerkten Veränderungen der Größe p und der davon abhängenden Höhe der Wassersäule h betrifft, so werden solche bei gleichbleibender Temperatur und Barometerstande von der Wirkung des Gebläses, Größe der Düsenöffnung etc. bestimmt, und es wird c wachsen oder abnehmen, je nachdem p und h größer oder kleiner werden. Es verhalten sich alsdann

$$C : C' = \sqrt{h\,\frac{P}{P + p}} : \sqrt{h'\,\frac{P}{P + p'}} = \sqrt{\frac{h}{P + p}} : \sqrt{\frac{h'}{P + p'}}$$

Auch hat die Beschaffenheit und Gestalt der Düsenöffnung Einfluß auf die Geschwindigkeit und Menge der ausströmenden Luft. Da jedoch dieser Gegenstand bereits vielfältigen Untersuchungen unterworfen worden, deren Resultat für konische Düsen den Widerstand-Coefficienten zu 0,94 ergab, so glaube ich keiner Entschuldigung zu bedürfen, wenn bei vorliegenden Bemerkungen sowohl dieser unbe-

rücksichtigt geblieben, als auch der Werth von P als constant zu 14,5 Pfund angenommen ist.

Die oben bei Untersuchung des Einflusses der atmosphärischen Temperatur auf die Geschwindigkeit der Gebläseluft gefundene Formel

$$c = 2 \sqrt{\left(g\, h\, \Delta\, (1 + b\, t)\, \frac{P}{P + p}\right.}$$

ist, wenn die atmosphärische Temperatur unberücksichtigt bleibt, zur Berechnung der Geschwindigkeit der erhitzten Gebläseluft anwendbar, weil Luft auf ein Grad erhitzt, ohne Zweifel mit derselben Geschwindigkeit ausströmen wird, als Luft von t Grad atmosphärischer Temperatur bei derselben Pressung. Da jedoch ein Volumen Luft = V bei einer Temperatur der Atmosphäre von z. B. 20 Graden, im Vergleich der Luft von 0 Grad, bereits den Werth von (1 + 20 b) V erlangt hat, also um so viel weniger durch die Erhitzung selbst ausgedehnt wird, um den Werth von (1 + b t) V zu erreichen, dagegen im Winter das Umgekehrte stattfindet, wo die Luft erst bis zu 0 Grad erwärmt werden muß, mithin die Erhitzung um so viel mehr beträgt, so dürfte die Formel, die atmosphärische Temperatur = t' gesetzt, in

$$c = 2 \sqrt{\left(g\, h\, \Delta\, (1 + b\, [t \mp t'])\, \frac{P}{P + p}\right.}$$

abzuändern sein, woraus sich die Quantität der erhitzten Luft nach der Formel Q = a . c ergiebt, in welcher Q die Menge und a den Flächenraum der Düsenmündung bedeuten.

Um die Quantität des erhitzten Windes auf Luft von atmosphärischer Dichtigkeit = 1 und von 0 Grad Temperatur zu reduciren, muß man die aus dem Verhältniß der Dichtigkeit zur Pressung D : D' = P : P + p bekannte Größe $D = \frac{P + p}{P}$ noch mit $\frac{1}{1 + b\, t}$ multipliciren, weil die Dichtigkeit der erhitzten und gepreßten Luft im geraden Verhältniß zu den Pressungen und im umgekehrten zu den Voluminis stehen; oder wenn die Dichtigkeit der erhitzten und gepreßten Luft durch D'' ausgedrückt wird, so verhält sich:

$$D : D' = P : P + p$$
$$D' : D'' = V\,(1 + b\, t) : V$$

$$D : D'' = (1 + b\,t)\,P : P + p$$ woraus sich

$$D'' = P\,\frac{P + p}{P\,(1 + b\,t)}$$ ergiebt.

Ein Freund, dem ich vorliegende Formel verdanke, theilte mir auch einige Beobachtungen mit, die bei dem mit erhitzter Luft betriebenen Cupolofen auf der Eisengießerei bei Gleiwitz gemacht worden sind, welche hier füglich einen Platz finden. Die zum Betriebe der Cupolöfen dienende 16zöllige Dampfmaschine wechselte bei 170 Grad Temperatur und $\frac{3}{4}$ Pfund Pressung in der Minute $15\frac{1}{2}$ Mal, und als man dieselbe vor Erwärmung der Luft $15\frac{1}{2}$ Mal wechseln ließ, betrug dieselbe an der Düse nur $\frac{7}{16}$ Pfund, wobei die Temperatur der Atmosphäre 12 Grad war. Die Düsen hatten $1\frac{3}{4}$ Zoll im Durchmesser, also eine Oeffnung von 0,0166 Quadratfuß, beide mithin von 0,033 Quadratfuß. Nun ist aber bei 170 Grad Temperatur und $\frac{3}{4}$ Pfund Pressung nach der Formel

$$c = 2\sqrt{\left(g\,h\,\varDelta\,(1 + b\,t \mp t')\,\frac{P}{P + p}\right)}$$

$$c = 2\sqrt{\left(15{,}625\ .\ 1{,}64\ .\ 800\ (1 + 0{,}0046875\ .\ 158\right.}$$

$$\frac{14{,}5}{14, + 0{,}75} = 2\sqrt{(20500\ .\ 1{,}740625\ .\ 0\ .\ 95)} = 368{,}232$$

Fuß und $Q = a\ .\ c = 0{,}033\ .\ 368\ .\ 232 = 12{,}157$ Kubikfuß in der Secunde oder 729 Kubikfuß in der Minute, welches Quantum auf atmosphärische Luft reducirt,

$$Q' = \frac{729\ (14{,}5 + 0{,}75)}{14{,}5\ .\ 1{,}796875} = 426{,}722$$ Kubikfuß giebt.

Dagegen ist bei $\frac{7}{16}$ Pfund Pressung und 12 Grad Temperatur

$$c = 2\sqrt{\left(15{,}625\ .\ 0{,}956\ .\ 800\ (1 + 0{,}0046875\ .\right.}$$

$$\left.12\ \frac{14{,}5}{14{,}9375}\right) = 2\sqrt{(11950\ .\ 1{,}05625\ .\ 0{,}97)} = 221{,}3$$ Fuß.

$Q = 221{,}3\ .\ 0{,}033\ .\ 60 = 438$ Kubikfuß in der Minute und

$$Q' = \frac{438\ .\ 14{,}9375}{14{,}5\ .\ 1{,}05625} = 427$$ Kubikfuß.

Zur Vergleichung mag hier noch eine Berechnung nach der ursprünglichen Formel, ohne Berücksichtigung der Temperatur, bei $\frac{7}{16}$ Pfund Pressung folgen, wo alsdann

$$c = 2 \sqrt{\left(g\ h\ \varDelta\ \frac{P}{P + p}\right)} = 2 \sqrt{\left(15{,}625 . 0{,}956 . 800 . \frac{14{,}5}{14{,}9375}\right)} = 2 \sqrt{11950 . 0{,}97} = 215{,}2$$ Fuß in der Secunde

$Q = a . c = 0{,}033, 215{,}1 . 60 = 426$ Kubikfuß und $Q' = \frac{426 . 14{,}9375}{14{,}5} = 438$ Kubikfuß ist.

Hierbei ergiebt sich gegen die vorige Berechnung bei Q eine Differenz von — 12 Kubikfuß, dagegen bei Q′ eine von + 11 Kubikfuß. Diese Unterschiede können nur in dem Einfluß der atmosphärischen Temperatur von 12 Grad begründet sein; denn bei Berechnung nach der letzten Formel ist ein Volumen Luft von 0 Grad Temperatur mit $\frac{P + p}{P}$ Pressung in Rechnung gebracht, welches, auf die Dichtigkeit = 1 reducirt, an Umfang zunimmt, während bei der vorigen Aufgabe ein Volumen Luft von 12 Grad Temperatur mit $\frac{P + p}{P}$ Pressung angenommen wurde, welche Quantität auf 0 Grad reducirt wegen der Ausdehnung durch die Temperatur weniger beträgt. Hieraus geht hervor, daß die Formel

$$c = 2 \sqrt{\left(g\ h\ \varDelta\ (1 + b\ (t \mp t')\ \frac{P}{P + P}\right)}$$

noch einer Correction bedarf, welche ich darin gefunden zu haben glaube, daß man sie mit $\frac{P\ (1 \pm b\ t')}{P + p'}$ oder dem bei t′ Graden erlangten Volumen multiplicirt, wonach solche

$$c = 2\ \frac{P\ (1 \pm b\ t')}{P + p'} \sqrt{g\ h\ \varDelta\ (1 + b\ (t \mp t')\frac{P}{P + p}}$$

werden dürfte, in welcher p die bei t′ Grad Wärme gewesene Pressung bedeutet, daher solche zum Unterschiede von derjenigen, die bei der auf t′ Grad erhitzten Luft beobachtet wird, durch p′ zu bezeichnen ist.

$\frac{P(1 + b t')}{P + p'}$ ist aber bei 12 Grad Wärme = 1,025 und hiernach wird bei einer Temperatur von

	12 Grad	170 Grad
c =	226,832,	377,437′
Q =	449 Kubikfuß	747 Kubikfuß
Q′ =	437,8 Kubikfuß	437 Kubikfuß,

wodurch die Uebereinstimmung hergestellt ist.

Daß die in den beiden Beispielen gefundenen Luftmengen von atmosphärischer Dichtigkeit so genau übereinstimmen, zeugt von der Richtigkeit der Beobachtung. Es ließ sich auch kein anderes Resultat erwarten, da die Maschine gleich oft wechselte und das Volumen der zu t Grad erhitzten Luft, welches ein Gebläse bei n Wechselungen in der Minute liefert, dem Gewicht nach gleich sein muß dem Volumen Luft von atmosphärischer Temperatur, welches das Gebläse bei demselben Kolbenwechsel liefert. Allein nicht zu verkennen ist bei dergleichen Beobachtungen die Schwierigkeit, die Pressung bei dem Schwanken des Windmessers so ganz genau zu bestimmen und das Gebläse unter veränderten Umständen gleich oft wechseln zu lassen, so daß das Ergebniß um so erfreulicher ist.

Um zu übersehen, welchen Einfluß die Temperatur auf die Geschwindigkeit und das Volumen der Gebläseluft bei verschiedenen Pressungen hat, ist folgende Tabelle entworfen, bei welcher leider nicht wirkliche Beobachtungen oder praktische Erfahrungen zum Grunde gelegt werden konnten, sondern solches der Zukunft vorbehalten bleiben muß, wenn mehrere zuverlässige Data vorliegen werden, aus welchen sich mit Sicherheit ein Gesetz wird ableiten lassen, nach welchem mit der zunehmenden Temperatur auch die Werthe von p und h größer werden. Unter den gegenwärtigen Umständen blieb nichts anders übrig, als die Pressung und die davon abhängende Größe h unverändert anzunehmen, und zwar ist in der Spalte

I. Die Pressung p = 0,75 Pfund und 2 Düsen von $\frac{1}{3}$ Zoll Durchmesser oder a = 0,033 Quadratfuß,

II. p = 1,5 Pfund und a = 0,068 Quadratfuß oder 2 Düsen von $2\frac{1}{2}$ Zoll Durchmesser, und

III. p = 2 Pfd. und a ebenfalls = 0,068 Quadratfuß angenommen.

Temperatur in Reaumur Grade	I.			II.			III.		
	c	Q	Q′	c	Q	Q′	c	Q	Q′
0	279,12	553	566	385,048	1571	1650	437,748	1786	1904
10	285,572	565	566	394,071	1608	1650	447,89	1827	1904
20	291,894	578	566	402,692	1643	1650	457,762	1868	1904
30	298,084	590	566	411,232	1678	1650	467,514	1907	1904
40	304,14	602	566	419,596	1712	1650	477,025	1946	1904
50	310,092	614	566	427,798	1745	1650	486,236	1983	1904
60	315,926	625	566	435,844	1778	1650	495,496	2022	1904
70	321,652	636	566	443,746	1810	1650	504,551	2058	1904
80	327,28	648	566	451,508	1842	1650	513,304	2094	1904
90	332,694	659	566	459,141	1873	1650	521,981	2130	1904
100	338,252	670	566	466,648	1904	1650	530,57	2165	1904
150	364,254	721	566	502,502	2050	1650	571,140	2330	1904
200	388,50	769	566	535,964	2187	1650	609,180	2485	1904
250	411,326	814	566	567,456	2315	1650	644,974	2631	1904
300	432,950	857	566	597,290	2437	1650	678,884	2770	1904

So nöthig auch die oben erwähnte Correction $\frac{P(1 \mp b\,t)}{P + p'}$ bei Berechnungen der Gebläseluft aus gemachten Beobachtungen zu sein scheint, um ein richtigeres Resultat zu erhalten, so glaubte ich solche doch bei vorliegender Tabelle unbeachtet lassen zu müssen, weil hier die Pressung in Ermangelung von Erfahrung, um wie viel solche bei der zunehmenden Temperatur steig, wie bereits bemerkt, unverändert beibehalten werden mußte, folglich hier eine andere Voraussetzung, als bei der frühern Berechnung stattfindet, wo die vermehrte Pressung bei dem höhern Wärmegrad mit berücksichtigt wurde.

In der eben erwähnten Verschiedenheit der Aufgaben glaube ich auch den Grund nachzuweisen, weßhalb in der Tabelle die gepreßte und erhitzte Luftmenge, um solche auf atmosphärische Dichtigkeit und O Grad Temperatur zu reduciren, nicht mit dem Werthe von $\frac{P + p}{P(1 + b\,t)}$, sondern mit der Größe $\sqrt{\frac{P + p}{P(1+bt)}}$ multiplicirt werden mußte.

Wegen des bemerkten Unterschiedes in den Voraussetzungen bedürfen nachstehende Resultate, die sich aus vorliegender Tabelle ergeben, noch der Bestätigung, und es bleibt den wirklichen Beobachtungen vorbehalten, nachzuweisen, ob die berechneten mit den wirklichen Resultaten übereinstimmend werden gefunden werden.

Die Resultate sind folgende:

1) die Quantitäten des ausströmenden erhitzten Windes nehmen regelmäßig, jedoch bei höhern Wärmegraden im abnehmenden Verhältniß zu. Die Zunahme beträgt zwischen je 10 und 10 Graden:

	Bei einer Pressung von:		
	0,75 Pfd.	1,5 Pfd.	2 Pfd.
bis 50 Grad	12 Kubikfuß.	35 Kubikfuß.	39 Kubikfuß.
zwischen 50 und 100 Grad	11 "	32 "	36 "
und es beträgt der Unterschied zwischen 0 und 100 Grad	117 "	333 "	379 "
zwischen 100 und 200 Grad	99 "	283 "	320 "
zwischen 200 und 300 Grad.	88 "	250 "	285 "

2) Die Zunahme des Volumens beträgt zwischen 0, und 300 Graden in Procenten ausgedrückt:

bei $\frac{3}{4}$ Pfund Pressung 566 : 857 = 1 : 1,5141
" $1\frac{1}{2}$ " " 1650 : 2437 = 1 : 1,4769
" 2 " " 1904 : 2770 = 1 : 1,4548

Die Dichtigkeit der gepreßten und erhitzten Luft beträgt bei 300 Grad und einer Pressung von

$\frac{3}{4}$ Pfund = 0,437.
$1\frac{1}{2}$ " = 0,459.
2 " = 0,4729.

Setzt man nun die Dichtigkeit der atmosphärischen Luft bei 0 Grad Temperatur = 1, so verhält sich bei

$\frac{3}{4}$ Pfd. Pressung $0,437 : 1 = \sqrt{1} : \sqrt{2,288329} = 1 : 1,512$
$1\frac{1}{2}$ " " $0,459 : 1 = \sqrt{1} : \sqrt{2,178649} = 1 : 1,476$
2 " " $0,4729 : 1 = \sqrt{1} : \sqrt{2,114612} = 1 : 1,454$

welche Verhältnisse mit den obigen übereinstimmen, wonach sich die Volumina umgekehrt wie die Quadratwurzeln aus den Dichtigkeiten verhalten.

Dieser Satz dürfte sich indeß, wenn praktische Erfahrungen zum Grunde liegen, wahrscheinlich dahin abändern, daß sich die Volumina umgekehrt wie die Dichtigkeiten verhalten, welches Gesetz nicht allein den bisherigen Berechnungen der Gebläseluft zum Grunde liegt, sondern sich auch aus den oben erwähnten Gleiwitzer Versuchen bestätigt; denn es verhält sich die bei $\frac{7}{16}$ Pfund Pressung und 12 Grad Temperatur gefundene Luftmenge gegen die bei $\frac{3}{4}$ Pfund Pressung und 170 Grad berechnete, wie folgt:

449 : 747 = 1 : 1,664.

Die Dichtigkeiten dagegen wie 0,5853 : 0,9752 = 1 : 1,666, welche Verhältnisse ziemlich nahe zusammen kommen.

3) Bei gleichen Temperaturen und gleichbleibender Pressung zeigt sich ein feststehendes Verhältniß, denn es verhalten sich die erhitzten Luftmengen von ¾ Pfund und 1½ Pfund Pressung bei einer Temperatur von:

0 Grad	= 553	: 1571	= 1	: 2,8408.
50 „	= 614	: 1745	= 1	: 2,8420.
100 „	= 670	: 1904	= 1	: 2,8417.
200 „	= 769	: 2187	= 1	: 2,8439.
300 „	= 857	: 2437	= 1	: 2,8436.

Deßgleichen von ¾ Pfund und 2 Pfund Pressung bei

0 Grad	= 553	: 1786	= 1	: 3,2296.
50 „	= 614	: 1983	= 1	: 3,2294.
100 „	= 670	: 2165	= 1	: 3,2313.
200 „	= 769	: 2485	= 1	: 3,2314.
300 „	= 857	: 2770	= 1	: 3,2322.

Und endlich bei 1½ Pfund, Pressung 2 Pfund und

0 Grad	= 1571	: 1786	= 1	: 1,1368.
50 „	= 1745	: 1983	= 1	: 1,1363.
100 „	= 1904	: 2165	= 1	: 1,1370.
200 „	= 2187	: 2485	= 1	: 1,1362.
300 „	= 2437	: 2770	= 1	: 1,1366.

Die Unterschiede sind unbedeutend und wohl nur dadurch veranlaßt, daß die Decimalstellen, der Kürze wegen nicht angegeben sind. Hieraus glaube ich aber den Schluß ziehen zu dürfen, daß die Luft auch bei verschiedenen Pressungen gleichmäßig durch die Wärme ausgedehnt wird, und zeigt sich dieses ebenfalls in folgender Zusammenstellung. Die Ausdehnung beträgt nämlich zwischen

	bei ¾ Pf. Preſſ.		bei 1½ Pf. Preſſ.		bei 2 Pf. Preſſ.	
	Kbfß.	Proct.	Kbfß.	Proct.	Kbfß.	Proct.
0 und 50 Grad	61	= 1,110	174	= 1,110	197	= 1,110
5 „ 100 „	56	= 1,090	159	= 1,091	182	= 1,091
100 „ 200 „	99	= 1,147	283	= 1,148	320	= 1,147
200 „ 300 „	88	= 1,114	250	= 1,114	285	= 1,114
0 „ 300 „	304	= 1,549	866	= 1,551	984	= 1,550

also bei verschiedener Pressung, auf gleiche Temperatur gebracht, eine gleichmäßige Zunahme des Volumens.

Was die oben bemerkte Correction oder den Werth von $\frac{P\,(1 \mp b\,t')}{P + p'}$ betrifft, so läßt sich solche freilich, wenn nur eine Beobachtung bei erhitzter Luft zum Grunde gelegt werden kann, ohne eine vergleichende, bei gleichem Gebläsewechsel und gleicher atmosphärischer Temperatur zu haben, nicht anbringen, und wird man dadurch immer, wenn auch unbedeutende Differenzen erhalten, wenn nicht die Pressung auf die jedesmalige atmosphärische Temperatur reducirt oder der Werth von p′ bestimmt wird. Aus diesem Grunde habe ich, gegründet auf die gleichmäßige Ausdehnung der Luft und dem günstigen Resultate aus den erwähnten Beobachtungen, die daher für richtig angesehen werden müssen, noch folgende Formel für die Veränderung der Pressung oder des Werthes p′ aufzustellen gesucht.

Da bei gleichem Gebläsewechsel die Pressung bei 12 Grad Wärme $\frac{7}{16}$ = 0,4375 Pfund, bei 170 Grad Erhitzung aber 0,75 Pfund betrug, so war bei einer Temperatur-Verschiedenheit, von 158 Graden ein Unterschied von 0,2125 Pfunden, oder bei 1 Grad von 0,0019778 Pfunden. Diese Zahl mit 0,4375 dividirt, giebt 0,0045208 = β und hiernach würde sich die Pressung p bei t Grad Erhitzung in $(1 + \beta\,t)\,p$ oder mit Berücksichtigung der atmosphärischen Temperatur in $(1\ \beta\,(t \mp t')\,p$ umändern, wornach es leicht ist, die beobachtete Pressung auf jede atmosphärische Temperatur nach der Formel

$$x = \frac{P.}{1 + \beta\,(t \pm t')}$$

zu reduciren, in welcher x die bei der Temperatur t Grad gesuchte Pressung ist.

Eine Pressung von 0,75 Pfund bei 0 Grad Temperatur z. B. würde bei einer Erhitzung des Windes bis zu 300 Graden = 1,76718 Pfund betragen, und bei dieser Pressung und einer Düsenöffnung von 0,033 Quadratfuß, erhält man die Werthe c = 610,703 Fuß, Q = 1209 Kubikfuß und Q′ = 563 Kubikfuß, welches letztere Volumen der auf 0 Grad Temperatur und Dichtigkeit = 1 reducirten Luft, mit dem oben gefundenen und in der Tabelle vermerkten Werthe, bis auf eine Differenz von 3 Ku-

bikfuß übereinkommt, während die Quantität der erhitzten Gebläseluft, mit Berücksichtigung der höhern Pressung und des hierdurch veränderten Werthes von h, um 352 Kubikfuß höher ausgemittelt ist. Dieses würde die Pressung und die Quantität der bis zu 300 Graden erhitzten Gebläseluft sein, wenn das Gebläse eben so oft als bei einem Winde von 0 Grad Temperatur wechselte. Weil aber die Erwärmung des Windes rückwirkend ist, und die Gebläse nach den zeitherigen Erfahrungen bei der höhern Temperatur des Windes nicht so oft wechseln, so wird der Windmesser auch nie so hoch steigen, mithin auch den Düsen nie eine so große Quantität von erhitzter Luft zugeführt werden, als eben gefunden worden.

Auf die angegebene Weise ließe sich zwar in der Voraussetzung, daß die Gebläse gleich oft wechseln, die Pressung p für jeden Temperaturgrad bestimmen und hieraus eine ähnliche Tabelle wie die obige berechnen, aus welcher der Einfluß der Erhitzung um so deutlicher hervorgehen mögte. Indeß scheint es jetzt noch zu gewagt zu sein, den Werth von $\beta = 0{,}0045208$ schon als fest anzunehmen, und schließe ich daher mit dem Wunsch, daß recht bald mehr vergleichende Versuche wie die oben bemerkten, bekannt werden möchten, um bei künftigen Berechnungen der erhitzten Gebläseluft ein festes Anhalten zu geben.

V.

Beschreibung eines Metallthermometers zum Messen der Temperatur der erhitzten Gebläseluft.

Die im Folgenden beschriebenen Thermometer fertigt Herr Oechsle in Pforzheim an, aus dessen Abhandlung über dieselben, im 60. Bande von Dingler's polytechn. Journal, Seite 191 rc., wir die folgenden Bemerkungen entnehmen. — Man kann mit denselben bequem eine Temperatur von 3° — 400° R. messen.

Quecksilber-Thermometer lassen sich zu diesem Zwecke nicht gut anwenden, weil das Quecksilber schon bei 279° R. siedet, und man muß daher seine Zuflucht zu den sogenannten Metallthermometern nehmen. Man wählt zu letztern bekanntlich zwei

Metalle, wovon das eine die möglichst größte, und das andere die möglichst kleinste Ausdehnung in der Wärme zeigt; die tauglichsten würden demnach Platin und Zink sein; weil aber das Platin seines hohen Preises wegen, und das Zink wegen der Schwierigkeiten bei seiner Bearbeitung nicht wohl anwendbar ist, so wurden zu den Metallthermometern Stahl und Messing genommen; aus beiden wird ein Blättchen von 6 Decimeter Länge, 5 Millimeter Breite und 0,3 Millimeter Dicke formirt. — Beide Lamellen werden mit Silberschlagloth zusammengelöthet, und zu einer Spiralfeder aufgerollt, welche die Eigenschaft hat, sich in der Hitze aufzurollen und sich in der Kälte wieder zusammen zu ziehen.

Bringt man diese Feder in ein Gehäuse, an dessen Wand ihr äußeres Ende festgeschraubt, während ihr inneres Ende mit einer Welle verbunden ist, so bedarf es nur noch eines Zeigers, der auf der Welle aufgesteckt wird, und der Eintheilung in Thermometergrade, um das Thermometer zu vollenden. Damit sich in zu hoher Temperatur die Spiralfeder nicht oxydirt, ist sie in eine eiserne Kapsel dicht eingeschlossen, sodaß weder Staub noch Luftstrom sie berühren kann. Diese Kapsel wird nun in die heiße Luftröhre vermittelst einer Deckplatte eingeschraubt, sodaß das außenstehende Zifferblatt mit dem Zeiger bequem beobachtet werden kann. Das Zifferblatt wird mit einer Glasplatte bedeckt, damit kein Staub dessen Eintheilung verunreinigen kann, und über dem Glase wird noch ein Deckel von Messing angebracht.

Die Eintheilung der von Herrn Oechsle gefertigten Instrumente dieser Art reicht bis zu 400° R., und an dem Hohofen der Herrn Gebrüder Benckiser in Pforzheim variirt ein solches zwischen 250° und 310°; aus dem Stande dieses Thermometers weiß man daselbst ziemlich genau, von welcher Beschaffenheit das Eisen sein wird.

Erklärung der Zeichnung, welche das Instrument in seiner halben Größe darstellt. Taf. I.

Fig. 3. ist die äußere Ansicht des Instruments; **a a** ist die Kapsel mit der Spiralfeder; **b, b** die Kapsel mit dem Zifferblatte, welches eine Glasplatte deckt; **c, c** ist die Deckplatte mit 4 Schraubenlöchern, um sie auf die heiße Luftröhre aufschrauben zu können.

Fig. 4. zeigt das Instrument in seinem Längendurchschnitt. a, a ist die Kapsel mit der Spiralfeder F, F; b, b die Kapsel mit dem Zifferblatte; z der Zeiger; w die Welle, welche den Zeiger trägt, und an deren unterem Ende die Feder befestigt ist; cc die Deckplatte mit vier Schraubenlöchern.

Fig. 5. ist das Zifferblatt in der Kapsel bb mit einer Glasplatte bedeckt. Die Eintheilung ist von 10° zu 10° R., jeder Theilstrich ist durch einen Punkt halbirt, so daß man noch 5° R. beobachten kann. Die ganze Theilung reicht, wie schon gesagt, bis auf 400°.

Fig. 6. zeigt die Spiralfeder aus zweierlei Metallen und die Art ihrer Befestigung in der Kapsel aa.

Der Preis eines solchen Instrumentes ist 22 Fl. rhein. oder 12 Thlr. 12 gGr. Pr. C.

VI.

Betrieb der Schmiedeeisen mit erhitzter Gebläseluft.

Die gewöhnlichen Essen oder Feuer der Schmiede, Schlösser etc. mit erhitzter Gebläseluft zu speisen, ist von höchster Wichtigkeit, indem dadurch eine leichtere, schnellere und wohlfeilere Arbeit erzielt wird. Wir theilen daher auch in diesem Heft wieder mehre erprobte Apparate mit und beginnen zuvörderst, mit den sehr interessanten Versuchen, die in Hannover unter Leitung der Direction des dortigen Gewerbevereins *) angestellt worden sind, und die wir aus der 8. Lieferung der vortrefflichen »Mittheilungen« desselben entlehnen. Der Aufsatz hat Herrn Director Karmarsch, einen der ersten technischen Schriftsteller Deutschlands, zum Verfasser.

Die bei den früheren Versuchen mit Erfolg angewendete Vorrichtung, welche aus Röhren, oberhalb des Feuers angebracht, bestand, war dem Einwurfe ausgesetzt: daß beim Schmieden größerer Gegenstände die Röhren der Handhabung des Eisens im

*) Die frühern, von demselben angestellten Versuche sind in Heft 3, S. 88 etc. des vorliegenden Werkes mitgetheilt.

Wege sein könnten; und daß bei ganz regelrechter Leitung des Feuers, die Luft in jenen Röhren wenig Gelegenheit haben würde, sich zu erhitzen, da ihre Stellung auf eine vom Feuer auflodernde Flamme berechnet ist, eine solche Flamme aber (wenigstens eine bedeutende) bei einem guten Schmiedefeuer nicht stattfinden, sondern Letzteres vielmehr stets mit todten Kohlen bedeckt sein soll. Gleichwohl scheint es keinem Zweifel unterworfen, daß bei vielen kleinen Feuern der Röhren-Apparat mit Nutzen wird gebraucht werden können.

Um aber die Erfahrungen auch für solche Fälle auszudehnen, wo es erforderlich ist und für nützlich erachtet wird, den Raum über dem Feuer völlig frei zu halten, bewilligte die Direction des Gewerbe-Vereins die Kosten für neue Versuche; und der Herr Mechaniker Klindworth hieselbst hatte die Gefälligkeit, diese vergleichenden Versuche nicht nur in seiner Werkstätte anstellen zu lassen, sondern auch dabei die sorgfältigste Aufsicht zu führen.

Es wurden demnach 6 Schmiedeversuche gemacht, drei mit kaltem und eben so viel mit heißem Winde. Die nämlichen Arbeiter waren bei allen Versuchen angestellt; die Esse war die nämliche; in je zwei Versuchen wurden aus dem nämlichen Eisen gleiche Gegenstände in gleicher Anzahl geschmiedet; der nämliche Blasbalg, mit stets unveränderter Beschwerung, wurde bei allen Versuchen gebraucht. Das verarbeitete Eisen war inländisches (vom Harze); die Steinkohle von guter Sorte (aus Sülbeck).

Nachdem die drei Versuche mit kalter Luft beendigt waren, wurde der Apparat zur Erhitzung des Windes eingesetzt. Er besteht ganz aus Gußeisen und bildet einen Kasten, auf welchem oben das Feuer brennt, und durch welchen die Luft in schlangenartigen Gängen streicht, bevor sie durch die Form in das Feuer bläs't. Im Wesentlichen ist dabei die schon in Paris angewendete Einrichtung beibehalten.

Die Figuren 1 bis 4. auf Taf. II. sind Abbildungen des Apparates, im neunten Theile der wirklichen Größe. Dabei ist leicht die Bemerkung zu machen, daß ein Kasten von diesem Umfange hauptsächlich für ein großes Feuer berechnet ist; daher die Resultate der Versuche auch gewiß noch günstiger ausgefallen sein würden, wenn Gelegenheit vorhanden gewesen wäre, große Eisenstücke

zu schmieden. In Werkstätten, wo stets nur ein kleines Feuer gebraucht wird, dürfte demnach anzurathen sein, die ganze Vorrichtung kleiner (etwa sechsmal so groß als die Zeichnung) zu machen, damit der Kasten stärker durchgeheizt, folglich der Luft ein höherer Wärmegrad ertheilt werden kann.

In Fig. 1. ist der Seitenaufriß des Apparates; Fig. 2. der Grundriß; Fig. 3. der senkrechte Durchschnitt nach der Linie **ab** von Fig. 2., abgebildet. Das Ganze besteht aus 4 Gußstücken, nämlich dem unteren Kasten **A**, dem oberen Kasten **B**, der Wandplatte **E** und der Form **F**. Der untere Kasten **A** stellt einen, seiner Hauptform nach quadratischen Trog dar, dessen Seitenwände nach oben und auswärts schräg stehen. In diesen Trog wird umgestürzt der obere Kasten **B** gesetzt, an welchem die meisten übrigen Theile sich befinden, und welcher eine, für den Guß etwas schwierige Gestalt besitzt, aber gleichwohl in den königlichen Werken am Harze mit ausgezeichneter Genauigkeit und Schönheit ausgeführt worden ist. An der nach oben gekehrten Platte oder dem Boden dieses Kastens sitzen außer den vier Seitenwänden noch vier mittlere oder Scheidewände, welche den inneren Raum in einen langen, aus sechs Zügen bestehenden Kanal abtheilen. Man erkennt diese Einrichtung aus Fig. 4, welche den Grundriß der unteren Seite des Kastens vorstellt. Wird der Kasten **B** in den Kasten **A** gesetzt, so verschließt der Boden des letzteren die Züge; was man noch dadurch befördert, daß man vorher den Boden des Kastens **A** mit dünn angemachtem Lehm begießt, und zuletzt auch die Fuge, welche zwischen den Umfassungswänden beider Kästen bleibt, mit Lehm ausfüllt. Das Ganze wird dergestalt in den Herd der Esse versenkt, daß der obere Boden (des Kastens **B**) und die Herdfläche sich in gleicher Höhe befinden.

An dem Kasten **B** befinden sich drei Rohransätze von verschiedener Länge, welche durch Löcher in der einen Wand des Kastens **A** durchgeschoben werden, und durch die Brandmauer der Esse hinausragen, in welcher sie mit Lehm verstrichen werden. Die längste dieser Röhren **G** dient zur Zuleitung des Windes, welcher den schlangenartigen Weg nehmen muß, den die Pfeile in Fig. 4. andeuten. Die Röhren **H** und **I** wurden bloß angebracht, um den Hitzegrad der Luft in dem Apparate zu messen, wozu man sich

nach den Umständen eines Thermometers oder einer kleinen (auf einem eisernen Löffel hineingebrachten) Menge leichtflüssigen Metalls bediente. Hat man diesen Zweck nicht, so sind die beiden eben erwähnten Oeffnungen unnöthig *).

Der Wind gelangt aus dem letzten Zuge des Kanals in einen Behälter **D**, welcher als Aufsatz des Kastens **B** angebracht ist; und in der Vorderwand dieses Behälters ist die Form eingesetzt, wie man am besten aus Fig. 3. erkennt, wo **m** die Oeffnung zum Austritt des Windes in das Feuer bezeichnet. Eine halbrunde Platte **E**, welche in einen Falz des Aufsatzes **D** von oben her eingesenkt wird (und zu diesem Behufe einen Ausschnitt besitzt, der ihr beinahe die Gestalt eines Halbmondes verleihet), lehnt sich an die Brandmauer der Esse, und schützt dieselbe vor der unmittelbaren Einwirkung des Feuers. Die Einfassung **C** auf der äußeren Oberfläche des Kastens **B** umschließt einen Raum, der als Feuergrube dient. Wie man sieht, brennt das Feüer nicht gerade über der Stelle, unter welcher die Luft zuletzt, unmittelbar vor ihrem Eintritte in den Behälter **D** durchstreicht. Dies ist ein Mangel, weil der Wind, nachdem er die heißeste Stelle des Kastens durchzogen hat, wieder ein wenig abkühlen kann, wenn nicht der Kasten sehr stark durchgeheizt ist. Zweckmäßiger würde es sein, den Windkanal im Kasten so zu führen, daß er zuerst an den Wänden ringsherum liefe, und mitten unter der Feuergrube in den Behälter **D** ausmündete; was durch eine abgeänderte Anordnung der Schmiedewände zu erreichen wäre. Den Entwurf zu einer solchen Abänderung zeigt Fig. 5. — Die Erfahrung hat gelehrt, daß bei der Anwendung des beschriebenen Apparates die Bewegung des Blasbalges durchaus nicht erschwert wird.

I. Versuche mit kalter Luft.

Versuch 1. Durchmesser der Formöffnung 0,075 Fuß oder $\frac{9}{10}$ Zoll. Zwei Arbeiter schmiedeten aus $\frac{3}{4}$ zölligem Quadrateisen, in einer wirklichen Arbeitszeit von 9 Stunden 50 Minuten, 232 Stück Schrauben, wobei das Eisen vorläufig ausgeschweißt wurde.

---

*) Die Temperaturen, welche man auf die angezeigte Weise findet, können nicht als völlig genau gelten, und sind stets um ein wenig zu hoch, weil man die Einwirkung der strahlenden Wärme, welche von den erhitzten eisernen Wänden des Apparates ausgeht, nicht beseitigen kann.

Der Verbrauch betrug:
an Eisen 61¼ Pfund,
„ Steinkohlen 70 Pfund,
oder auf 1 Pfund Eisen 1,143 Pfund Kohlen.

216 Schrauben von 2½ Zoll Länge, $\frac{9}{16}$ Zoll Dicke, mit viereckigen Köpfen von 1 Zoll Länge und Breite bei ¼ Zoll Dicke, wogen . . . . 49½ Pfund.

16 Schrauben, den vorigen gleich, mit dem einzigen Unterschiede, daß sie unter dem Kopfe auf 1 Zoll weit viereckig waren, wogen . . . . 4½ „

Summa 54 Pfund.

Mithin war Eisenverlust durch Abbrand 7¼ Pfund oder nahe 12 Procent.

Versuch 2. Größe der Form wie vorher. Zwei Arbeiter verfertigten 232 Muttern zu den in Versuch 1 geschmiedeten Schrauben. Das Schmieden mußte über Nacht unterbrochen werden. Wirkliche Arbeitszeit

am ersten Tage 8 Stunden 15 Minuten,
„ zweiten „ 3 „ 35 „
zusammen 11 Stunden 50 Minuten.

Eisenverbrauch:

flaches Eisen, 1⅛ Zoll breit, ½ Zoll dick, 36¼ Pfund
Quadrateisen, einzöllig . . . . 4¼ „
zusammen 40½ Pfund.

Kohlenverbrauch:

59 Pfund oder auf 1 Pfund Eisen 1,457 Pfund. Der größere Kohlenaufgang, verglichen mit Versuch 1, hatte offenbar seinen Grund darin, daß die geschmiedeten Stücke jetzt kleiner waren, und jedes derselben zweimal in das Feuer gebracht werden mußte.

216 Schraubenmuttern, 1¼ Zoll im Quadrat, $\frac{7}{16}$ Zoll dick, mit einem Loche von stark ½ Zoll im Durchmesser (aus dem flachen Eisen geschmiedet) wogen . . . . 30¾ Pfund.

Die beim Lochen herausgeschlagenen runden Stücke wogen zusammen . . . . $1\frac{1}{16}$ „

16 Schraubenmuttern, 1 Zoll im Quadrat, ½ Zoll dick, mit einem scheibenförmigen Ansatze von 1¾

Zoll Durchmesser und schwach $\frac{1}{4}$ Zoll Dicke, nicht gelocht (aus dem Quadrateisen geschmiedet), wogen . $4\frac{1}{4}$ Pfd.

Summa $36\frac{1}{16}$ Pfd.

Abbrand $4\frac{4}{16}$ Pfund oder fast 11 Procent.

Versuch 3. Größe der Form, wie in Versuch 1 und 2. Von drei Arbeitern wurden 20 Stück Walzen von 14 Zoll Länge und $1\frac{1}{4}$ Zoll Durchmesser aus $1\frac{1}{4}$zölligem Quadrateisen, nach vorhergegangenem Ausschweißen desselben, geschmiedet. Wirkliche Arbeitszeit 10 Stunden 23 Minuten.

Eisenverbrauch $80\frac{3}{4}$ Pfund, Kohlenaufwand 84 Pfund, oder auf jedes Pfund Eisen 1,040 Pfund. Die bedeutendere Größe der Arbeitsstücke erklärt diesen verhältnißmäßig geringeren Kohlenverbrauch. Die fertigen Walzen wogen $72\frac{3}{4}$ Pfund, wonach 8 Pfund oder sehr nahe 10 Procent Eisenverlust sich ergiebt.

Die Schlacke von den in Versuch 1, 2, 3 verbrannten 213 Pfund Steinkohlen wog $23\frac{3}{4}$ Pfund oder etwas über 11 Procent.

II. Versuche mit heißer Luft.

Versuch 4. Durchmesser der Formöffnung 0,0635 Fuß oder wenig über $\frac{3}{4}$ Zoll. Uebereinstimmend mit Versuch 1, wurden von zwei Arbeitern, aus dem nämlichen dort angewendeten Eisen, 232 Schrauben der schon beschriebenen Art und Größe verfertigt.

Wirkliche Arbeitszeit 8 Stunden 30 Minuten. Verschmiedetes Eisen 58 Pfund. Verbrauchte Kohlen 42 Pfund oder 0,724 Pfund auf 1 Pfund Eisen.

216 Schrauben der ersten Art wogen . . . . . . $47\frac{1}{2}$ Pfund,
16 " " zweiten " " . . . . . . $4\frac{1}{4}$ "

zusammen $51\frac{3}{4}$ Pfund.

Verlust $6\frac{1}{4}$ Pfund oder $10\frac{3}{4}$ Procent.

Die Temperatur des Windes (mittelst eines Thermometers geprüft) betrug bei diesem Versuche:

a) in dem mittleren Loche I, welches der Form gegenüber, aber tiefer als diese, gelegen ist, 93° R.

b) in dem Loche an der Seite H, wohin der Wind früher gelangt, 70° R.

Versuch 5. Da bei dem vorigen Versuche 4 die verminderte Größe der Formöffnung eine strenge Vergleichung mit dem bei kalter Luft angestellten Versuche 1 unzulässig machte, und ohne Zweifel vortheilhaft für die Arbeit eingewirkt haben konnte; so wurde jetzt die Form auf den Durchmesser von $\frac{9}{10}$ Zoll erweitert, welchen sie bei den ersten drei Versuchen besaß.

Zwei Arbeiter schmiedeten Schraubenmuttern, in derselben Art und Anzahl und aus dem nämlichen Eisen wie in Versuch 2. Auch hier wurde die Arbeit über Nacht ausgesetzt.

Die wirkliche Arbeitszeit betrug:

am ersten	Tage	8 Stunden	—	Minute,
= zweiten	=	1 =	50	=
im Ganzen		9 Stunden	50	Minuten.

Eisenverbrauch $36\frac{3}{4}$ Pfund, Kohlenverbrauch 45 Pfund, d. i. 1,224 Pfund für 1 Pfund Eisen.

216 Schraubenmuttern der ersten Art wogen	$27\frac{1}{2}$	Pfund,
die durch das Lochen abgefallenen Eisenstücke .	$\frac{3}{4}$	=
16 Schraubenmuttern der zweiten Art . . .	$4\frac{1}{4}$	=
Summa	$32\frac{1}{2}$	Pfund.

Abbrand $4\frac{1}{4}$ Pfund oder $11\frac{1}{2}$ Procent.

Das Thermometer zeigte am ersten Tage:

in dem Mittelrohre I . . . . 98° R.
im Seitenrohre H . 65 bis 70° =

Am zweiten Tage wurde, bei der nur kurzen Arbeitszeit, die Temperatur des Windes nicht gemessen. Offenbar aber ist, daß die Unterbrechung des Schmiedens über Nacht hier ungünstig auf das Resultat einwirken mußte, in sofern im Anfange der Arbeitszeit am zweiten Tage, vor Durchheizung des Luftkastens, der Wind nur eine sehr geringe Wärme haben konnte, folglich der Vortheil der heißen Luft scheinbar einer Verminderung unterlag.

Versuch 6. Durchmesser der Form wie in Versuch 1, 2, 3 und 5. Wie in Versuch 3 wurden 20 der dort beschriebenen Walzen, aus dem nämlichen Eisen, von drei Arbeitern geschmiedet.

Wirkliche Arbeitszeit 7 Stunden 50 Minuten. Verschmiedetes Eisen 82 Pfund. Verbrauchte Kohlen $51\frac{1}{2}$ Pfund oder auf 1 Pfund Eisen 0,628 Pfund Kohlen.

Gewicht der fertigen Walzen 75 Pfund, mithin Eisenverlust 7 Pfund oder 8½ Procent.

Die Temperatur der Luft konnte in diesem Versuche, welcher wegen der größeren Arbeitsstücke ein stärkeres Feuer erforderte, höher gebracht werden, als in Versuch 4 und 5. Sie betrug im mittleren Rohre I mittelst leichtflüssiger Metallmischungen untersucht, zwei Stunden nach Anfang der Arbeit 121°, und 4 Stunden nach dem Anfange 140° R.

Die Schlacke von den in Versuchen 4, 5 und 6 verbrannten 138½ Pfund Steinkohle betrug 17¾ Pfund oder nicht völlig 13 Procent.

III. Vergleichende Uebersicht aller sechs Versuche.

	Kohlenverbrauch auf 1 Pfd. Eisen. Pfund.	Arbeitszeit.		Eisenverlust durch Abbrand Procent.	Temperatur des Windes nach Reaumur.
		Stund.	Minut.		
Heiße L., Vs. 4.	0,724	8.	30	10¾	93°
Kalte = = 1.	1,143	9.	50	12	
Kalte = = 2.	1,457	11.	50	11	
Heiße = = 5.	1,224	9.	50	11½	98°
Kalte = = 3.	1,040	10.	23.	10	
Heiße = = 6.	0,628	7.	50.	8½	140°

Hiernach betrug, wenn man die in der Tabelle paarweise zusammengestellten, correspondirenden Versuche vergleicht, die durch Anwendung heißer Luft erreichte Ersparniß:

a. An Steinkohlen:

nach Versuch 1 und 4 . . . 37 Procent,
= = 2 = 5 . . . 16 =
= = 3 = 6 . . . 39½ =

b. An Zeit:

nach Versuch 1 und 4 . . . 14 Procent,
= = 2 = 5 . . . 17 =
= = 3 = 6 . . . 24½ =

Daß der Versuch 4 durch die dabei angewendete Verkleinerung der Form begünstigt, dagegen der Versuch 5 durch die Unterbrechung der Arbeit benachtheiligt wurde, ist bereits angedeutet worden; eben so, daß die Resultate noch günstiger ausgefallen sein würden, wenn nicht der Apparat für so kleines Feuer, wie hier

gebraucht wurde, zu groß, und deßhalb die Erhitzung der Luft nur ziemlich gering gewesen wäre.

Eine Verminderung des Eisenverlustes geht aus den Versuchen nicht mit voller Bestimmtheit hervor, da Versuch 4 und 6 eine solche anzuzeigen scheinen, bei Versuch 5 dies aber nicht der Fall ist.

Im Allgemeinen wird durch diese Versuche aufs Neue bestätigt, daß die Anwendung heißer Gebläseluft auch bei Schmiedefeuern mit sehr bedeutenden Ersparungen an Brennmaterial oder selbst an Brennmaterial und Zeit verknüpft ist. Man kann nicht einwenden, daß Versuche, welche nur von kurzer Dauer sind, darüber keine entscheidenden Resultate zu verschaffen im Stande seien; denn diese Versuche sind gegenwärtig schon an so vielen Orten und stets mit wesentlich gleichbleibendem Erfolge angestellt worden, daß ihre Uebereinstimmung nur die vollste Ueberzeugung begründen kann. Diese Feuereinrichtung, welche in Würtemberg schon *) sehr verbreitet ist (das »Wochenblatt für Land- und Hauswirthschaft, Gewerbe und Handel,« Jahrgang 1835, Nr. 39. zählt in und außer Stuttgart 50 in Gebrauch befindliche Exemplare auf), und durch eine Reihe genauer Versuche als sehr vortheilhaft erprobt wurde, gewährte im Durchschnitt die hier folgenden Resultate, wobei zu bemerken ist, daß die beiden Blasbälge, mit welchen die Versuche gemacht wurden, von ganz gleichen Verhältnissen sind, und so regulirt wurden, daß gleichmäßig gezogen, zu jedem Feuer eine gleich große Luftmasse getrieben werden mußte. Die Luft wird in dem Erwärmungskasten so heiß, daß Blei darin schmilzt.

	Zehn Stück Bauschen aus alten Hufeisen, zusammen 15 Pfund schwer, und auf je zwei Hitzen auszuschweißen, erforderten:						Eine Schmelzluppe von 25 Pfund erforderte:		6 Pf. neues Stabeis., je 2 Mal rothwarm zu machen erf.:		Ein Nagelschmiedfr. erforderte des Tags zu 12 Stund.:
	Holzkohle.		Steink.		Koaks.		Holzkohle.		Torf.		Steink.
	Pfd.	Minute.	Pfd.	Minute.	Pfd.	Minute.	Pfd.	Minute.	Pfd.	Minute.	Pfund.
Mit gewöhnlich kalter Luft.	17	61	22	63	$11\frac{1}{2}$	56	25	79	30	55	31
M. heißer:	11	46	17	43	$6\frac{1}{2}$	45	15	50	23	33	26
Ersparniß nach Proc.	35	25	23	32	43	20	40	37	23	40	16

*) Siehe Heft 3, S. 93.

Es erhellet hieraus, daß der Vortheil, welchen der Apparat gewährt, ein doppelter ist, indem dadurch nicht nur eine Ersparniß von 30 bis 40 Procent an Kohlen, sondern auch 20 bis 30 Procent an Zeit erzielt wird. Ueberdies hat die bisherige Erfahrung noch gelehrt, daß diese Feuerungsweise auch auf das Eisen selbst einen guten Einfluß hat, indem dabei weniger Abgang stattfindet, als bei der gewöhnlichen Feuerung mit kalter Luft.

Die Figuren 6 bis 9. Taf. II. stellen einen andern Luftwärmungsapparat für Schmiedeherde dar, welcher auf der Guten Hoffnungshütte zu Sterkrade am Rhein angefertigt wird und von dem Director derselben, Herrn Lueg in der 4. Lieferung der »Verhandlungen des Vereins zur Beförderung des Gewerbfleißes in Preußen, für 1836« abgebildet und kurz beschrieben worden ist.

Der Apparat A, welcher im Grundriß und Aufriß, oder Durchschnitt, gezeichnet ist, besteht aus 2 gußeisernen Platten, deren eine, nach dem Schmiedefeuer zugekehrte, gegen $1\frac{1}{2}$ Zoll dick ist, die nach dem Blasebalg zugekehrte Platte ist $\frac{3}{4}$ Zoll dick; eben so dick sind auch die Scheidewände aaaa, welche auf dieser Hinterplatte fest gegossen sind. Beide Theile werden dicht aufeinander geschraubt und bilden dann ein Stück. Die Flächen, die sich beim Zusammenschrauben berühren, sind eben abgedreht. Der Wind, welcher bei x kalt eingeblasen wird, kommt bei y warm heraus und geht durch die Blaspfeife m ins Feuer. Bei z ist eine ovale, abgedrehte Scheibe mit 2 langgeschlitzten Schraubenlöchern, wodurch es leicht möglich wird, die Pfeife m zurückzuziehen und die Blasöffnung, respective Form zu reinigen. Der ganze hier gezeichnete Apparat kostet auf der Guten Hoffnungshütte 32 Thaler P. C.

VII.

Ueber die Anwendung erwärmter Luft zur Speisung des Feuers in Stubenöfen *).

Seit durch entschiedene Erfahrungen dargethan ist, daß bei

*) Freier Auszug eines an die Direction des Gewerbe-Vereins erstatteten Commissionsberichts und aus den Mittheilungen desselben, Lief. 10, S. 194.

Eisenhohöfen und Schmiedefeuern die Anwendung erwärmten Gebläsewindes eine bedeutende Ersparung an Brennmaterial herbeiführt, wurde schon mehrfältig die Idee angeregt, die Speisung des Feuers mit heißer Luft auch auf Stubenheizungen auszudehnen. Aber es scheint fast, man habe dabei außer Acht gelassen, daß zwischen der Unterhaltung eines Gebläsefeuers und der einer Stubenofenfeuerung ein wesentlicher Unterschied stattfindet; indem die letztere durch den freien Luftzug genährt werden muß. Die Stärke des natürlichen Luftzuges hängt bekanntlich, unter übrigens gleichen Umständen, von dem Temperatur-Unterschiede zwischen der unter dem Roste eintretenden und der in den Schornstein abziehenden Luft ab. Der Luftzug aber bedingt seinerseits wieder die Lebhaftigkeit und Vollständigkeit des Verbrennens, mithin die entwickelte Wärmemenge. Läßt man die Luft heiß durch den Rost eintreten, so wird, um einen gleich starken Zug zu bewirken, die in den Schornstein entweichende Luft in entsprechendem Grade heißer sein müssen, und also der scheinbare Vortheil wieder verloren gehen; oder es wird, wenn man die Luft nicht heißer als sonst abziehen läßt, die Stärke des Zuges, mithin die Lebhaftigkeit des Feuers, die vollständige und günstigste Verzehrung des Brennstoffs, eine Verminderung erleiden. Man ist auch in der Praxis der Ofenfeuerung mit freiem Luftzuge, dergestalt von dem Vortheile, durch möglichst kalte, und nicht durch warme Luft das Feuer zu ernähren, durch alte Erfahrungen überzeugt, daß man bei Schmelzöfen, in welchen es auf möglichste Steigerung der Hitze ankommt, die Zugluft aus Kellern, aus freien Räumen außerhalb der Gebäude rc. absichtlich herbeiführt.

Konnten Betrachtungen, wie die vorstehenden, schon einiges Bedenken über das Princip der vorgeschlagenen Neuerung erwecken; so war doch nur von genauen vergleichenden Versuchen die Lösung der Frage zu erwarten: ob die Anwendung heißer Zugluft einen Vortheil erwarten lasse. Der Direction des Gewerbevereins war durch die Gefälligkeit des Gewerbevereins in Breslau die Zeichnung und Beschreibung eines Stubenofens zugekommen, welchen man dort zur Speisung des Feuers mit warmer Luft vorgeschlagen hatte. Dieser Ofen wird ganz von thönernen Kacheln aufgesetzt; er besitzt einen Rost und neun horizontale Feuerzüge von gewöhnlicher Art.

Vom Roste an gemessen ist er 5¾ Fuß hoch; seine Breite beträgt (äußerlich) 2¾ Fuß, seine Tiefe 1¾ Fuß. Mithin bieten die vier Seitenwände der Luft des Zimmers eine heizende Fläche von 51¾ Quadratfuß dar. Die Eigenthümlichkeit des Ofens besteht in 2 Luftkanälen, welche sich vorn im Sockel in den Zimmerraum münden, mehrmals senkrecht im Ofen selbst (und ganz getrennt von den Feuerzügen) circuliren, und zuletzt, der eine unter dem Roste in dem Aschenheerde, der andere über dem Roste in dem ersten Feuerzuge, endigen. Im Folgenden soll, zur Erleichterung des Ausdrucks, der erste Luftzug der untere, der zweite der obere genannt werden. Durch beide Kanäle tritt, wenn der Ofen geheizt und sowohl die Feuerungsthür als die Aschenthür dicht verschlossen ist, die Zimmerluft ein, welche durch das Auf- und Niedersteigen im Innern sich erwärmt, und dann in das Feuer gelangt. Der untere Zug liefert auf solche Weise die Luft, welche durch den Rost aufsteigt, um das Brennmaterial anzufachen; der obere soll, indem er mit der Flamme in dem ersten oder untersten Feuerzuge zusammentrifft, wahrscheinlich dazu dienen, die Flamme fortzureißen und den Rauch zu verbrennen. Es geht aus dem Gesagten hervor, daß das Feuer ausschließlich durch solche Luft genährt wird, welche schon vorläufig im Ofen selbst einen gewissen Hitzegrad erlangt hat.

Zu den Versuchen mit diesem Ofen, wurde ein Local in der ersten Etage gewählt, welches aus einem kleinen Zimmer (18 Fuß lang, 10 Fuß breit, 12 Fuß hoch) und einem daranstoßenden kleinern Nebenzimmer (10 Fuß lang, 8 Fuß breit, 12 Fuß hoch) besteht, und von allen Geräthen, die zu den Versuchen unentbehrlichen ausgenommen, leer gemacht war. Das Zimmer besitzt eine Thür auf den geräumigen Vorplatz und eine andere nach dem Nebenzimmer, dann zwei Fenster; das Nebenzimmer enthält ein Fenster, und ist außer aller Verbindung, jene mit dem größern Versuchzimmer abgerechnet. Alle drei Fenster befinden sich an der Westseite, gehen auf einen engen Hof, und werden niemals von der Sonne getroffen. Der Ofen wurde in einer Ecke des größern Zimmers, entfernt von den Fenstern und von der auf den Vorplatz führenden Thür, an der Scheidewand gegen das Nebenzimmer, aufgestellt, wo sich ein gut ziehender Schornstein befindet. Die

Umstände erlaubten nicht, die Versuche im Winter anzustellen: man war somit genöthigt, die Zimmer sehr stark zu heizen, um hinlänglich große Differenzen gegen die äußere Temperatur zu erhalten; aber es entstand zugleich der Nutzen, daß nicht gleichzeitig andere Heizungen betrieben wurden, welche einen Einfluß auf den Zug des Schornsteins hätten äußern können.

Nachdem durch einen vorläufigen Versuch ermittelt war, daß Steinkohlen in dem Ofen mit bedeutendem Rauche verbrannten, sah man sich genöthigt, Holzfeuerung anzuwenden. Zu jedem Versuche wurden 40 Pfund grob gespaltenes gewöhnliches trockenes Buchenholz und außerdem — zum Anmachen des Feuers — 5 Pfund klein gespaltenes eben solches Holz nebst 3 Pfund Torf verbraucht. Die Temperatur wurde an zwei Thermometern in dem Zimmer, einem Thermometer im Nebenzimmer, und — zur Vergleichung — an einem Thermometer auf einer vor Zugluft und Sonne geschützten Stelle des Vorplatzes beobachtet. Diese vier Thermometer sollen im Nachstehenden mit **A B C D** bezeichnet werden.

Thermometer **A.** Freihängend, 1 Fuß vom Ofen entfernt, die Kugel 5 Fuß über dem Boden. Ein Grad (Reaum.) der Scale nahe = $\frac{1}{13}$ Zoll, so daß Viertelgrade leicht durch das Augenmaß unterschieden werden können.

Thermometer **B.** An der Wand des Zimmers zwischen dem Ofen und der auf den Vorplatz führenden Thür, nahe hinter der letztern; vom Ofen 11 Fuß entfernt; die Kugel 4 Fuß über dem Boden; 1° = $\frac{1}{3}$ Zoll und in Fünftel getheilt, so daß Zehntel sehr leicht abgeschätzt werden können.

Thermometer **C.** Im Nebenzimmer, neben dem Fenster, an der Wand, welche der Thür nach dem Zimmer gegenübersteht; die Kugel 4 Fuß über dem Boden; 1° = $\frac{3}{10}$ Zoll in Fünftel getheilt, daher die Zehntel recht bequem nach dem Augenmaße abzulesen.

Thermometer **D.** Auf dem Vorplatze, an der Wand, einem nach Westen hinausgehenden Fenster gegenüber, aber, wie schon gesagt, vor Sonnenschein und Zugluft gesichert; die Kugel 4 Fuß über dem Boden; 1° = $\frac{3}{10}$ Zoll in Viertel getheilt, wonach Achtel leicht und genau abzuschätzen sind.

Sämmtliche Thermometer sind gut und sehr nahe übereinstimmend.

Jeder Versuch dauerte 24 Stunden; indem um 9 Uhr des Morgens das Feuer angemacht, gleichmäßig nach Bedarf unterhalten, und nach Verbrennung der gesammten Holzmenge die Klappe des Rauchrohrs geschlossen, mit Beobachtung der Thermometer-Stände aber auch fortgefahren wurde. Bis 7 Uhr Abends wurden die Anzeigen der Thermometer alle halbe Stunde notirt; dann noch einmal des Abends um 9 Uhr, und zuletzt den folgenden Morgen um 9 Uhr, wodurch im Ganzen 23 Beobachtungen erhalten wurden, aus welchen man das Mittel zog. Kurze Notizen über Wind und Wetter im Laufe des Tages wurden angeschrieben, allein es ergaben sich hier keine Verschiedenheiten, denen irgend ein Einfluß beigemessen werden konnte. Bemerkt wurde ferner, wie oft im Laufe der 24 Stunden die Thür nach dem Vorplatze geöffnet worden war, um die Wirkung davon auf die Abkühlung der Zimmer nicht unbeachtet zu lassen; die Zahl war aber für jeden Versuch beinahe die nämliche. Vor Anfang eines jeden neuen Versuchs waren wenigstens gegen 24 Stunden lang alle drei Fenster des Locals, so wie die Ofenthür und die Klappe des Rauchrohrs geöffnet, um die Abkühlung des Ofens und der Wände vollkommen zu bewirken.

Erster Versuch (25. Mai).

Der Ofen wurde auf die von dem Erfinder beabsichtigte Weise (siehe oben) gebraucht, nämlich indem außer der Heizthür auch die Aschenthür dicht verschlossen (letztere vermauert) blieb.

	Thermometer (Reaumür).				
	A.	B.	C.	D.	
Zu Anfang des Versuchs.	$12\frac{1}{4}$	11	10,9	$9\frac{1}{2}$	Die Klappe wurde um $12\frac{1}{4}$ Uhr geschlossen, so daß die Verbrennung $3\frac{1}{4}$ Stunden gedauert hatte. Die Thür wurde 62 Mal geöffnet.
Höchster Stand.	$33\frac{1}{2}$	20,2	19	$10\frac{1}{4}$	
Zu Ende des Vers.	15	13,9	13,9	$8\frac{1}{4}$	
Mittel aus allen Beobachtungen.	24,9	17,8	16,7	10	

Zweiter Versuch (28. Mai).

Aschen- und Feuerthür wie vorher verschlossen, aber auch die in das Zimmer gehende Oeffnung des obern Luftzuges vermauert, so daß heiße Luft nur von unten, durch den Rost, in das Feuer

gelangen konnte. Man beabsichtigte hierdurch zu ermitteln, ob der obere Luftzug in der That einen Nutzen bringe.

	Thermometer.				
	A.	B.	C.	D.	
Zu Anfang des Versuchs.	10½	10,1	9,9	9½	Dauer der Verbrennung (vom Einheizen bis zur Schließung der Klappe) 2¾ Stunden. Das Feuer brannte sichtbar lebhafter als im ersten Versuche. Die Thür wurde 60 Mal geöffnet.
Höchster Stand.	36½	21,5	19,8	11¼	
Zu Ende des Vers.	16¼	14,9	14,9	9⅜	
Mittel aus allen Beobachtungen.	27,3	18,6	17,3	10,6	

Dritter Versuch (30. Mai).

Beide Luftkanäle vermauert, dagegen die Aschenthür geöffnet, um den Ofen auf die gewöhnliche Weise zu gebrauchen, wo die Luft unmittelbar aus dem Zimmer — unerwärmt — durch den Rost einströmt.

	Thermometer.				
	A.	B.	C.	D.	
Zu Anfang des Versuchs.	11¼	11,3	11,4	10½	Dauer der Verbrennung 1¾ Stunden. Das Feuer brannte noch lebhafter als beim zweiten Versuche. Die Thür wurde 57 Mal geöffnet.
Höchster Stand.	37	22,2	20,6	12⅝	
Zu Ende des Vers.	17¾	16,6	16,4	11⅝	
Mittel aus allen Beobachtungen.	27,8	19,7	18,3	12	

Vierter Versuch (1. Juni).

Beide Luftkanäle und auch die Aschenthür vermauert, dagegen der kleine Drehschieber in der Heizthür offen, um zu bewirken, daß das Holz durch Luftzug von oben, ohne Mitwirkung des Rostes, verbrenne und sich nicht so schnell verzehre.

	Thermometer.				
	A.	B.	C.	D.	
Zu Anfang des Versuchs.	14¼	13,8	13,7	13	Dauer der Verbrennung 2 Stunden. Die Thür wurde 60 Mal geöffnet.
Höchster Stand.	40½	25,1	23,1	13	
Zu Ende des Vers.	19½	18,1	17,9	11⅛	
Mittel aus allen Beobachtungen.	30,9	22,2	20,7	12,8	

Um die Ergebnisse der vorstehenden vier Versuche mit einander zu vergleichen, muß man von folgenden einfachen Sätzen ausgehen:

1) Die Tauglichkeit eines Stubenofens steht in geradem Verhältnisse mit der Wärmemenge, welche eine gegebene Menge Brennmaterial nutzbar darin entwickelt.

2) Die nutzbar entwickelten (relativen) Wärmemengen werden in den mitgetheilten Versuchen am richtigsten und bequemsten dadurch auszudrücken sein, daß man die Mittelzahl aus sämmtlichen beobachteten Anzeigen (also die durchschnittliche Temperatur der Stelle, wo das Thermometer hing) mit jener mittlern Temperatur in Vergleichung setzt, welche das Local ohne Heizung während der Versuchszeit gehabt und angenommen haben würde.

3) Für diese zuletzt erwähnte Temperatur kann, gewiß mit sehr wenig Ungenauigkeit, das auf dem Vorplatze angebrachte Thermometer D als Maßstab dienen; d. h. man kann annehmen, daß der mittlere Stand des oben genannten Thermometers sehr nahe jenen mittlern oder durchschnittlichen Wärmegrad anzeigt, welchen das Local der Versuche den Tag über besessen haben würde, wenn es nicht geheizt worden wäre. Denn 1) war die anfängliche Temperatur der Zimmer stets sehr wenig von der gleichzeitigen des Vorplatzes verschieden; und 2) unterlag im Laufe der ganzen Dauer des Versuchs die Temperatur des Vorplatzes nur geringen Veränderungen. Bei dergleichen Lage der Zimmer und des Vorplatzes, hinsichtlich der äußern Umgebung, und bei der unmittelbaren Nachbarschaft und Communication des größern Zimmers mit dem Vorplatze läßt sich voraussetzen, daß im Laufe von 24 Stunden eine durchschnittliche Gleichheit der Temperatur sich erhalten haben würde, wenn zudem — wie es bei den Versuchen der Fall gewesen ist — die Thür ungefähr 60 Mal geöffnet worden wäre.

Zieht man, dem eben Gesagten gemäß, in jeder Tabelle den mittlern Stand des Thermometers D von den mittleren Ständen der übrigen drei Thermometer ab, so erhält man folgende Uebersicht der Erwärmungsgrade, welche von dem Ofen hervorgebracht worden, und die Wirkung gleicher Brennstoffmengen sind:

Uebersicht A.

Ueberschuß über die mittlere Temperatur des Vorplatzes am Thermometer.

	A.	B.	C.
Erster Versuch .	14,9 —	7,8 —	6,7.
Zweiter „ .	16,7 —	8,0 —	6,7.
Dritter „ .	15,8 —	7,7 —	6,3.
Vierter „ .	18,1 —	9,4 —	7,9.

Es ergiebt sich hieraus, daß der erste und zweite Versuch das am wenigsten günstige Resultat geliefert haben, zweiter Versuch nur wenig besser ausgefallen ist, vierter Versuch dagegen in dieser Hinsicht auffallend voransteht, weil dabei das Holz auf eine vortheilhaftere Weise, nämlich ohne den Luftzug durch den Rost, verbrannt ist. Vergleicht man die in den Tabellen angegebenen Verbrennungszeiten; so sieht man leicht, daß die Verbrennung im ersten Versuche (in Folge schlechten Zuges) zu langsam und daher unvollkommen, im dritten Versuche dagegen (wegen übermäßig starken Zuges) zu rasch war, wobei im letztern Falle die Wärme zu schnell nach dem Schornsteine fortgerissen werden mußte.

Geht man von einem etwas andern Gesichtspunkte aus, so erhält man in der Hauptsache das nämliche Resultat. Man kann annehmen, die äußere, wenig schwankende Temperatur würde im Laufe der 24 Stunden gar nicht merklich auf die Temperatur der Zimmer eingewirkt haben, und letztere würde ohne die Heizung gerade so geblieben sein, wie sie zu Anfang der Versuche war. Bei dieser Voraussetzung muß man, um die Wirkung des Ofens in Zahlen-Ausdrücken darzustellen, für jeden Versuch und jedes Thermometer die anfängliche Temperatur von der mittlern abziehen. Dieß liefert folgende

Uebersicht B.

Ueberschuß der mittlern Temperatur über die anfängliche am Thermometer.

	A.		B.		C.
Erster Versuch. .	12,6	—	6,8	—	5,8.
Zweiter . .	16,8	—	8,5	—	7,4.
Dritter " .	16	—	8,4	—	6,9.
Vierter " .	16,6	—	8,4	—	7,0.

Die Folgerungen, welche aus dem Bisherigen fließen, sind:

1) Die Methode, warme Luft zugleich unter und über den Rost zu führen, ist ganz verwerflich; denn das Feuer brennt dabei dürftig, und giebt, verglichen mit den übrigen versuchten Methoden, die geringste Hitze, wie die Uebersichten A und B gleichmäßig darthun (1. Versuch.)

2) Wenn bloß von unten, nicht aber oberhalb des Rostes,

warme Luft eintritt (zweiter Versuch), so ist die Wirkung merklich besser, wie ebenfalls aus beiden Uebersichten gleichmäßig hervorgeht.

3) Dennoch hat auch in diesem Falle die Anwendung der heißen Zugluft keinen, oder wenigstens nicht einen erheblichen, Vorzug vor den gewöhnlichen Heizungsarten; denn der dritte Versuch, bei welchem das Holz auf dem Roste mittelst kalten Zuges verbrannte, hat nach Uebersicht A, und noch mehr nach Uebersicht B, sehr nahe ein gleich gutes Resultat gegeben, wie der zweite Versuch, ungeachtet die nunmehr ganz unthätigen Luftkanäle nur ein Hinderniß für die Mittheilung der Wärme an die äußern Ofenwände sein mußten.

4) Für Holzfeuerung ist die warme Zugluft wohl überhaupt nicht zweckmäßig, weil dazu immer ein Rost erfordert wird, und ohne einen solchen (d. h. ohne Zugluft von unten) das Holz vortheilhafter verbrannt wird. Die Uebersicht A. stellt dieß deutlich an dem vierten Versuch heraus, und selbst nach Uebersicht B. steht dieser vierte Versuch noch dem besten der übrigen (nämlich dem zweiten) gleich. Was aber Steinkohlenfeuerung betrifft, so hat ein besonderer Probeversuch ergeben, daß wenigstens in dem gegenwärtig geprüften Ofen der Zug (wenn warme Luft angewendet wird) viel zu schwach ist, um das Heraustreten eines bedeutenden Rauches durch die Ofenthür zu verhindern.

Um die Untersuchung zu vervollständigen, wurden noch zwei Versuche mit einem kleinen Ofen von gewöhnlicher Bauart gemacht, welcher an die nämliche Stelle gesetzt wurde, und dessen Größe mehr in dem gebräuchlichen Verhältnisse zu dem Umfange des Locals stand. Dieser Ofen enthält einen Rost, und besteht aus einem gußeisernen Unterkasten von $1\frac{3}{4}$ Fuß Höhe mit einem Kachelaufsatze von $4\frac{1}{2}$ Fuß Höhe, seine Breite beträgt 1 Fuß, seine Tiefe 2 Fuß. Mithin bieten die 4 Seitenwände der Zimmerluft eine erwärmende Fläche von $10\frac{1}{2}$ Quadratfuß Gußeisen und 27 Quadratfuß Thon dar, was zusammen nicht ganz drei Viertel von der heizenden Fläche des Breslauer Ofens ausmacht. Letzterer hat noch den wichtigen Umstand zu seinen Gunsten, daß er — weil er ganz aus Thon besteht, und viel dickere Wände hat — mehr Wärme in seine Masse aufnehmen und eine nachhaltigere Heizung bewirken kann. Das Innere des eben erwähnten kleinen Ofens

enthält drei verticale Feuerzüge, welche zusammen ungefähr eine Länge von 12 Fuß ausmachen; dagegen enthält der Breslauer Ofen neue Horizontalzüge, zusammen etwa 17 bis 18 Fuß lang; also auch in dieser Hinsicht sind bei letzterem die Verhältnisse günstiger. Diese Umstände sind bei Vergleichung der folgenden zwei Versuche (der fünfte und sechste) mit den vorausgegangenen wohl zu beachten. Diese beiden Versuche sind, was die Art und Menge des angewendeten Brennmaterials, so wie alle übrigen Punkte betrifft, auf gleiche Weise wie die Versuche 1 bis 4 angestellt.

Fünfter Versuch (10. Juni).

Der kleine Ofen mit dem eisernen Unterkasten wurde auf die ihm, seiner Construction nach, zugedachte Weise gebraucht, nämlich indem die Aschenthür offen gehalten und die Heizthür geschlossen wurde, mithin die Luft durch den Rost einzog.

	Thermometer.				
	A.	B.	C.	D	
Zu Anfang des Versuchs.	$16\frac{1}{4}$	15,3	15,3	$14\frac{7}{8}$	Dauer der Verbrennung 2 Stunden. Die Thür wurde 66 Mal geöffnet.
Höchster Stand.	$45\frac{1}{2}$	26,4	24,4	16	
Zu Ende des Vers.	21	19,6	19,4	$15\frac{7}{8}$	
Mittel aus allen Beobachtungen.	30,8	23	21,9	15,5	

Sechster Versuch (13. Juni).

Die Aschenthür wurde vermauert, dagegen das Zugloch in der Feuerthür geöffnet, so daß der Luftzug über dem Roste eintrat, und die Verbrennung auf eine der Natur des Holzes entsprechende Weise gemäßigt wurde.

	Thermometer.				
	A.	B.	C.	D.	
Zu Anfang des Versuchs.	$15\frac{3}{4}$	14,9	14,8	$14\frac{1}{4}$	Dauer der Verbrennung $2\frac{1}{2}$ Stunden. Die Thür wurde 54 Mal geöffnet.
Höchster Stand.	43	26,1	24,1	$15\frac{3}{4}$	
Zu Ende des Vers.	$20\frac{1}{2}$	19,4	19,3	$14\frac{3}{4}$	
Mittel aus allen Beobachtungen.	31,2	23	21,8	15,3	

Durch das bei den ersten vier Versuchen, beobachtete Verfahren kann man das Hauptresultat der letzten beiden, nach zwei etwas abweichenden Voraussetzungen, folgendermaßen übersichtlich ausdrücken:

Uebersicht A.

Ueberschuß über die mittlere Temperatur des Vorplatzes am Thermometer.

	A.		B.		C.
Fünfter Versuch .	15,3	—	7,5	—	6,4.
Sechster " .	15,9	—	7,7	—	6,5.

Uebersicht B.

Ueberschuß der mittleren Temperatur über die anfängliche am Thermometer.

	A.		B.		C.
Fünfter Versuch .	14,5	—	7,7	—	6,6.
Sechster " .	15,4	—	8,1	—	7,0.

Der fünfte Versuch ist in Vergleich zu setzen mit dem ersten, zweiten und dritten Versuch, weil bei allen diesen die Luft durch den Rost einzog; der sechste Versuch aber mit dem vierten Versuche, indem bei diesen beiden kein Zug durch den Rost, sondern nur über dem Roste her, stattfand. Es ergiebt sich hieraus, daß der kleine Ofen, obwohl er a) wegen des eisernen Unterkastens und der dünnen Kachelwände die Hitze nicht lange an sich halten konnte; b) wegen der geringen Länge seiner Feuerzüge eine minder vollständige Benutzung der Wärme gestattete; endlich c) durch seine bedeutend geringere Oberfläche nicht so leicht die Wärme an die Zimmerluft mittheilen konnte — dennoch fast eben so viel geleistet hat, als der Breslauer-Ofen; und wenn letzterer (wenigstens nach Uebersicht A. im vierten Versuche) ein besseres Resultat gab, so liegt dieß an den oben angedeuteten Verhältnissen, keinesweges aber an dem Gebrauche der warmen Zugluft, denn im vierten Versuche hat dieser gar nicht stattgefunden. Nach allem was vorgekommen ist, dürfte es außer Zweifel gestellt sein, daß die Speisung des Feuers in Stubenöfen durch erwärmte Luft keinen Vortheil verspricht, daß besonders aber diese Neuerung in der Art, wie sie an dem in Breslau erfundenen Ofen versucht ist, ohne allen Erfolg bleibt.

VIII.

Resultate, welche bei Anwendung des Cabrol'schen Apparats, bei einem der Hohöfen der Aveyron-Werke, erlangt worden sind.

(Zusatz zu den Abhandlungen I. und II. dieses Heftes *).

Man hat mit Ende August v. J. an dem Hohofen Nr. 3. von la Forézie, der zu den Hüttenwerken der Compagnie des Aveyron gehört, und der bei einer Höhe von 45 Fuß im Kohlensack 13 Fuß weit ist, den Cabrol'schen Apparat in Betrieb gesetzt, und dabei folgende Resultate erzielt.

Der Ofen gab bei dem früheren Betriebe mit kalter Luft in 24 Stunden, im mittleren Durchschnitte, 4200 Kilogrammen Roheisen. Unmittelbar nach Anwendung des neuen Apparats stieg der Ertrag schon auf das Doppelte. Im Monat September belief er sich auf 266,858 Kilogrammen, und zwar:

vom 1. bis 15. Sept. auf 128,370 Kil., od. auf 8558 Kil. in 24 St.;
= 16. = 30. = = 138,488 = = = 9232 = = = =

Im Monat October stieg er gar auf 317,835 Kilogrammen und zwar:

vom 1. bis 15. Oct. auf 238,369 Kil., od. auf 9225 Kil. in 24. St.;
= 16. = 31. = = 179,466 = = = 11216 = = = =

Der Ertrag verdoppelte sich demnach gleich vom ersten Beginnen an; in den zweiten und dritten Vierzehntagen stieg er in dem Verhältnisse von 1 zu 2,25; in den letzten Vierzehntagen endlich hatte er sich beinahe verdreifacht, indem er in einem Verhältnisse von 1 zu 2,73 gestiegen war.

Anfangs September bestanden die Gichten aus 380 Kilogrammen Koaks, 380 Kilogrammen Erz und 14 Kilogrammen Zuschlag; nach und nach erhöhte man die Quantität des Erzes ohne alle Vermehrung des Brennmaterials auf 400, 427, 450, 480, 510, 540, 570, 600 und 630 Kilogrammen, so daß 380

*) Aus dem **Journal des connaissances utiles**, October 1836, in Dingler's polytechnischem Journal, 2. April-Heft 1837, S. 140 rc., mit den nöthigen Berichtigungen.

Kilogrammen Koaks, welche in den ersten Tagen der Campagne nur 380 Kilogrammen Erze trugen, gegenwärtig deren 630 ausschmelzen und reduciren. Dabei wurde der Zuschlag nur um 40 Kilogrammen, nämlich auf 180 Kilogrammen Erz erhöht.

Die Qualität der Schlacken, die Gichtflamme, so wie auch jene des Tümpels und alle übrigen äußerlich wahrnehmbaren Zeichen deuten an, daß die angegebene Quantität Brennmaterial selbst eine noch größere Menge Erz zu tragen vermöchte; allein der Gang des Ofens ist so regelmäßig und das erzielte Roheisen von so guter Qualität, daß man mit der bereits erfolgten bedeutenden Erhöhung des Ertrages schon sehr zufrieden war, und daß man sich nicht beeilt, die Quantität des eingesetzten Erzes noch weiter zu vermehren.

Im Vergleiche mit dem Hohofen Nr. 1. derselben Hütte, welcher mit gleichem Erze arbeitet, erzeugt der mit Cabrol's Vorrichtungen ausgestattete Ofen Nr. 3. ein Roheisen, welches um 10 Procent mehr Feinmetall gab; abgesehen davon, daß beim Frischen um 350 Kilogrammen Koaks weniger gebraucht werden, und daß sich wegen der größern Menge Feinmetall, welches innerhalb einer bestimmten Zeit erzeugt wird, eine bedeutende Ersparniß an Arbeitslohn und verschiedenen anderen Kosten ergiebt. Man hat hiervon bereits eine Quantität von nahe 400,000 Kilogrammen Stabeisen erzeugt. Endlich hat auch das Eisen, welches aus dem nach Cabrol's Methode ausgebrachten Roheisen erzeugt wird, in Hinsicht auf Qualität einen bedeutenden Vorzug vor dem aus Roheisen dargestellten Eisen, welches auf die gewöhnliche Weise erblasen wurde.

Der Apparat, womit alle diese Vortheile erzielt werden, ist einfach, wohlfeil und wenigen Reparaturen unterworfen, weßhalb er auch nur selten zu feiern braucht. Er verbraucht nur eine geringe Quantität Brennmaterial; denn im September kamen auf 1000 Kilogrammen Roheisen kaum 100 Kilogrammen Steinkohlen, und im October gar kaum 80 Kilogrammen auf eine Tonne Roheisen. Freilich wurden mit den Steinkohlen auch Staubkohlen, die man sonst zu keinem andern Zweck brauchen konnte, vermengt.

Als Resultate der Anwendung der Cabrol'schen Apparate ergeben sich demnach:

1) Eine Erhöhung des Ertrages des Hohofens in einem Verhältnisse von 1 zu 2,73.

2) Eine Ersparniß von 40 Procent an Brennmaterial, Arbeitslohn und anderen Kosten.

3) In Hinsicht auf das Verfrischen ein Mehrertrag von 10 Procent an Feinmetall und eine Verminderung der Koaks um 350 Kilogrammen per Tonne Feinmetall; nebst einer Ersparniß von dem dritten Theil an Arbeitslohn und verschiedenen anderen Kosten.

4) Eine bessere Qualität des Eisens.

Diese Vortheile sind von so hoher Wichtigkeit, daß sie beinahe übertrieben erscheinen möchten; und doch sind sie in Bezug auf das Hüttenwerk, an dem sie wirklich erzielt werden, noch zu niedrig gestellt; denn die Ersparniß war daselbst, nach einer dreimonatlichen Campagne, noch immer im Zunehmen.

Zahlreiche Hüttenwerksbesitzer, darunter Herzog Decazes, General Guilleminot, Banquier André haben den Gang des hier erwähnten Ofens Nr. 3. Tag für Tag beobachtet, und diese Angaben bestätigt gefunden.

IX.

Ueber ein neues Verfahren beim Verkohlen des Holzes, mittelst der aus den Hohöfen und von den Frischfeuern entweichenden Hitze, und in Verbindung mit dem Betriebe mit erhitzter Gebläseluft *).

Bekanntlich erhält man mittelst der gewöhnlichen Waldverkohlung nur 15 bis 18 Procent Kohlen dem Gewicht nach, obgleich man eine mehr als doppelte Quantität erlangen müßte. Dieser bedeutende, von der Unvollkommenheit der Verkohlungsme-

*) Diese wichtige Abhandlung hat Herrn Ingenieur Th. Wirlet zum Verfasser und ist aus der 5. Liefer. der Annales des Mines vom Jahre 1836 (ausgegeben im März 1837) auszugsweise übersetzt.

thoden herrührende Verlust, hat schon seit langer Zeit die Aufmerksamkeit, besonders der Hüttenleute rege gemacht, die wiederholte Versuche zur Verbesserung des Verfahrens angestellt haben, ohne daß dieselben einen recht glücklichen Erfolg gehabt hätten. Zwar hat man hin und wieder ein höheres Ausbringen erlangt, jedoch durch so kostbare und so schwierig auszuführende Mittel, daß man darauf Verzicht leisten und sich darauf beschränken mußte, bei der Meilerverkohlung sorgfältiger zu verfahren und dieselbe genauer zu beaufsichtigen. Man hat an manchen Orten auch Oefen zur Verkohlung angewendet, die aber auch kein höheres Ausbringen gaben, als eine gute und sorgfältige Meilerverkohlung.

Jedoch wußte man seit langer Zeit, daß wenn man die Verkohlung in einem verschlossenen, von außen erhitzten Gefäße bewirkt, man bei weitem mehr Kohlen erlangt; auf der andern Seite hatte man sich aber auch überzeugt, daß man, wegen der bedeutenden Kosten, diese Verkohlung nicht im Großen ausführen könne, indem die erhaltene Holzsäure und der Theer die Kosten der Erheizung der Verkohlungsöfen nicht zu decken im Stande ist.

Hr. Virlet hat sich sehr viel mit dem Gegenstande beschäftigt, besonders seitdem der Hüttenbetrieb mit erhitzter Gebläseluft so glückliche Resultate gab.

Hr. Houzeau-Muiron, Chemiker und Fabrikant zu Rheims, hatte sich nach vielfältigen, in seinem Laboratorium angestellten Versuchen überzeugt, daß mit Hülfe der sehr vielen von den Oefen und Heerden verloren gehenden Hitze eine Verkohlung in verschlossenen Gefäßen sehr leicht bewerkstelligt werden könne. Er überzeugte sich ferner, daß wenn die Verkohlung weniger weit getrieben würde, als gewöhnlich, die Kohle mehr Wasserstoff behielt, der ihre Hitzkraft bei weitem vermehrt. Er theilte seine Ideen dem Eisenhüttenbesitzer Hrn. Fauveau-Déliars zu Bièvres in den Ardennen mit, welcher sich darauf mit ihm verband und die Versuche auf der genannten Hütte im Großen ausführte. Die Unternehmer hatten ein ganzes Jahr lang mit den größten Schwierigkeiten zu kämpfen, unter denen der böse Wille der Arbeiter (woran schon so Manches gescheitert ist) die bedeutendsten waren. Im Februar 1835 sind sie mittelst einer königl. französischen Ordonnanz darauf patentirt.

Die Vortheile dieses einfachen und sinnreichen Verfahrens, welches darin besteht, die gewöhnliche Meilerverkohlung im Walde durch eine Verkohlung auf der Hütte, in gußeisernen Kästen oder Oefen, die äußerlich durch die von den Hohöfen und Frischfeuern unbenutzt entweichende Flamme, erhitzt werden, zu ersetzen, sind hauptsächlich die, daß die Verkohlung nur so weit getrieben wird, um aus dem Holze das Wasser und die oxydirenden Gase zu entfernen. Die durch ein solches Verfahren erfolgende Kohle behält alsdann noch einen gewissen Theil von dem Wasserstoffgase, welches sehr brennbar und sehr dazu geeignet ist, die Desoxydation der Erze, mittelst des größtmöglichen Theils des Kohlenstoffes zu erleichtern, der durch die ältern Verfahrungsarten rein verloren geht.

Hr. Berthier fand durch die im Laboratorium der Pariser Bergschule gemachten Versuche, daß durch das zu Bièvres angewendete Verfahren so viel Kohlen dargestellt werden, daß sie 31 bis 32 Procent von den 36 in dem Holze enthaltenen Procenten Kohlenstoff entsprechen; denn man erlangt aus einem Kubikmeter Holz, welches 375 bis 380 Kilogrammen wiegt, 220 Kilogrammen Kohlen. Dieselben enthalten aber auch weit mehr Wasserstoff, wodurch die Brennkraft bedeutend vermehrt wird.

Wir wollen nun weiter die Vortheile, welche das neue Verfahren, in Beziehung auf Ersparniß an Brennmaterial gewährt, untersuchen. Bei dem ältern Verfahren gebrauchte man zur Darstellung von 1000 Kilogrammen grauem Roheisen (1 Kilogr. = 2,138 preuß. Pfunde) ungefähr 7 Kubikmeter (1 Kubikm. = 32,34 preuß. Kubikfuß) Holzkohlen, die einige Zeit in den Magazinen gelegen und dort eine Volumsverminderung erlitten haben, die in den Ardennen bis ein Sechstel beträgt *). Die zu dem obigen Roheisen-Produktions-Quantum erforderliche Holzmenge betrug daher ungefähr 1500 Kilogr. oder 10½ doppelte Stères (1 Stère = 1 Kubikmeter). Bei dem neuen Verfahren sind aber nur 5,12 Doppel-Stères oder Cordes Holz erforderlich, so daß die Ersparung mehr als die Hälfte beträgt.

Man hat in neuerer Zeit an vielen Orten Versuche gemacht,

*) Die Kohlen sind schlecht und daher die hohe Volumverminderung und der hohe Kohlensatz.

um rohes Holz statt der Kohlen beim Hohofenbetriebe anzuwenden, ohne wirkliche Vortheile zu erlangen, so daß die Versuche größtentheils wieder aufgegeben sind. Es wird der Hohofengang bei dem Holz leicht schlecht, die Erze haben dabei eine größere Tendenz sich in Silicate zu verwandeln und in die Schlacken überzugehen, so daß das Ausbringen an Roheisen vermindert wird.

Bei der Anwendung des neuen Verkohlungsprocesses wird dagegen der Hohofengang sehr gut und regelmäßig, die Gichten gehen schnell, das Roheisen ist besser. Man hat zu Bièvres und zu Montblainville wiederholt vergleichende Versuche angestellt und dabei hauptsächlich folgende Resultate erlangt: 1) Wendete man die gewöhnlichen Kohlen an, so erfolgte ein merklich langsamer Gichtengang. 2) Es hat etwas Nachtheiliges, die Verkohlung nicht bis zu dem gehörigen Punkt zu treiben, und dieser Punkt ist der, an welchem das Holz ein Drittel seines Volums verloren hat. Da diese Versuche den Zweck hatten, darzuthun, bis zu welchem Punkt es möglich sein würde, nur gedörrtes Holz anzuwenden, so hat man wiederholt gefunden, daß nach einiger Zeit stets ein schlechter Hohofengang stattfand, wenn die Verkohlung nicht bis zu dem gehörigen Punkt getrieben wurde, und daß man dann stets stärker verkohltes Holz anwenden mußte.

Bei der Anwendung des rohen oder nur gerösteten Holzes zum Hohofenbetrieb, müssen die flüchtigen Materien, die es enthält, auf Kosten der Wärme des Ofens, oder, was dasselbe ist, auf Kosten des Brennmaterials selbst, entfernt werden, so daß eine bedeutende Wärmemenge verloren geht und ein Theil des Holzes ohne Wirkung verzehrt wird, wie bei der gewöhnlichen Waldköhlerei. Man kann den Verlust, welchen die Verkohlung in den Oefen selbst herbeiführt, annähernd berechnen. Man bedarf im allergünstigsten Fall 6 Kilogrammen Kohlen, um 100 Kilogrammen Holz zu verkohlen, weßhalb man, der Theorie nach, höchstens 30 Procent Kohle erlangen kann; ein, gegen das Ausbringen bei der Meilerverkohlung freilich sehr bedeutend günstiges Resultat. Unglücklicher Weise ist es aber in der Praxis ganz anders; durch die Schnelligkeit der Verkohlung wird auch ein Theil des Kohlenstoffes durch den, unaufhörlich durch den Ofen ziehenden Luftstrom mit weggeführt. Es entstehen daher bedeutende Verluste, auch

ohne diejenigen, welche unvermeidlich bei der Verwandlung des Holzes in Kohle sind. Alle diese Ursachen erklären es hinlänglich, warum die durch unmittelbare Benutzung des rohen Holzes erlangten Resultate nicht genügender sind.

In den hier zu beschreibenden Verkohlungsöfen dagegen, in denen der Proceß mit Hülfe der, aus den Schmelzöfen und Herden unbenutzt entweichenden Hitze, bewirkt wird, vermeidet man auf der einen Seite den Verlust an Brennmaterial, welches zur Entwickelung der in dem Holze befindlichen flüchtigen Materien nöthig sein würde, und da die Operation regelmäßiger und langsamer erfolgt, so erlangt die Kohle mehr Consistenz und Gleichartigkeit, widersteht der Einwirkung des Luftstroms besser und muß daher, bei übrigens gleichen Umständen, verhältnißmäßig mehr Erz zu tragen im Stande sein, als die im Schmelzofen selbst dargestellten Kohlen, wo sie oft zerspringen und zum Theil zu Lösche werden, ehe sie vor die Form gelangen, während zuweilen wieder ein anderer Theil ganz unverkohlt dahin gelangt.

Man hat sehr viel von der Anwendung des Holzes beim Holzofenprozeß der Hütte von Sumbola in Finnland geredet; allein man darf die Sache nur aufmerksam untersuchen, um zu finden, daß die daraus erfolgenden Vortheile, von denen man so viel Geschrei gemacht hat, ganz und gar negativ sind. Bei dem besten Gange des Hohofens und bei sehr stark gepreßtem Winde gebrauchte man, der Angabe nach, zur Darstellung von 100 Kilogr. Roheisen, 1,5 Kubikmeter Holz, während man beim Betriebe mit Holzkohlen, 2,25 Kubikmeter von denselben nöthig hatte, um eine gleiche Roheisenmenge zu erblasen. Da nun diese Kohlenmenge durch 4,5 Kubikmeter Holz dargestellt worden, so hätte man bei der neuen Betriebsmethode nur $\frac{1}{3}$ von dem früher erforderlichen anzuwenden nöthig gehabt. Man wird leicht einsehen, daß man zur Vergleichung einen Gang des Hohofens gewählt hat, bei welchem man das Doppelte von dem an Kohlen gebrauchte, als es gewöhnlich der Fall ist; denn es ist kaum denkbar, daß zur Erzeugung von 100 Kilogrammen Roheisen, fast 400 Kilogrammen Kohlen erforderlich gewesen sein sollten. Man darf daher annehmen, daß man bei einem gewöhnlichen Ofengange fast eben so viel Holz gebraucht, als zur Darstellung der Kohlen erforderlich

sein würden, so daß nur die Verkohlungskosten der Vortheil bei dem neuen Verfahren sein würden. Jedoch ist dazu ein eigenthümlich geformter, im Schacht länglich viereckiger Hohofen erforderlich, in den das herbeigeflößte Holz paßt. Alle zu kurzen und zu dünnen Scheite werden nicht benutzt. Auch soll bei dem Betriebe mit rohem Holze das Produktionsquantum fast bis zur Hälfte vermindert worden sein, wodurch die Generalkosten in eben dem Maße erhöhet worden sind.

Berücksichtigt man daher alle diese Umstände, so sieht man, daß man im Allgemeinen fast eben so viel Holz anwenden muß, als bei einem guten Gange Kohlen, so wie daß der Hohofenbetrieb mit Holz nicht nur sehr wenig vortheilhaft, sondern selbst gänzlich unanwendbar ist, wo das Holz seltner ist, wo eine beträchtliche Fabrikation stattfinden muß und wo man es nicht herbeiflößen kann, indem nur auf diese Weise die Transportkosten gering, sonst aber sehr bedeutend sind.

Von dem Hohofenbetriebe mit rohem Holz und mit erhitzter Gebläseluft zu Plons in der Schweiz, redeten wie bereits auf S. 45 u. f. f. des zweiten Heftes von dem vorliegenden Werkchen und verweisen darauf. Zu der Zeit, als Hr. Virlet die Hütte besuchte, bestand die Hälfte der aus 22 Kubikfuß bestehenden Brennmaterialiengicht aus harten Holzkohlen, die andere Hälfte aus herbeigeflößtem Fichtenholz. Es war dadurch der Holzverbrauch etwa um ein Viertel vermindert; allein die erhaltenen Vortheile waren ebenfalls mehr illusorisch, da der Hohofenbetrieb vorher sehr schlecht gewesen war.

Auch in den Hütten von Westpoint und Stockbridge in den Vereinigten Staaten nimmt man bei den Kohlengichten ein Drittel rohes Holz und erspart dadurch ein Fünftel an Brennmaterial, wovon jedoch noch die vermehrten Transportkosten für das Holz, in Abzug kommen. Der Hauptvortheil bei der Anwendung des rohen Holzes in den amerikanischen Hütten ist der, daß die Verkohlung dort noch sehr schlecht ist und die sehr strengflüssigen Erze einen sehr starken Wind erfordern, der die leichten und schlechten Kohlen zerstreut, während bei der Anwendung von Holz der Wind leichter durchdringen kann und besser wirkt.

Aus dem Gesagten ist man zu folgern gezwungen, daß in Beziehung auf die Anwendung des rohen Holzes die Theorie in vollkommener Uebereinstimmung mit der aus der Erfahrung abgeleiteten Thatsache ist, nämlich daß das rohe Holz überall da keine wirklichen Vortheile darbieten kann, wo der Hohofenbetrieb möglichst gut ist, und daß diejenigen Hütten, welche jetzt noch Vortheile dabei finden, in einem schlechten Betrieb stehen.

Die Holzkohlen durch getrocknetes Holz zu ersetzen, hat keinen viel bessern Erfolg gehabt. Auf der Hütte von Seveux im Departement der obern Saône hat man sehr sorgfältige Versuche damit gemacht. Das Trocknen geschah in einem ovalen Ofen, der Aehnlichkeit mit einem Kalkbrennofen hat und ungefähr 4 Kubikmeter aufnehmen kann. Man füllte ihn mit Holz, welches in Stücke von 5 bis 6 Zoll Länge zerschnitten worden war, und ließ von unten aus einen Strom heißer Luft, deren Temperatur 150 bis 200° C. betrug, durch den Ofen gehen. Die Operation dauerte beinahe 12 Stunden, allein das Trocknen erfolgte sehr unregelmäßig; im untern Theil des Ofens war es sehr vollständig und oben kaum bemerkbar und zwischen beiden Punkten in allen Graden. Die größte Unbequemlichkeit dabei, und die Veranlassung, daß man die Versuche aufgab, bestand aber darin, daß sich das Gas entzündete, sobald man den Ofen unten öffnete, um das getrocknete Holz heraus zu nehmen, mit der Schnelligkeit eines elektrischen Funkens durch die ganze Masse des Holzes fuhr, und dieß auch entzündete, so daß ein mehr oder weniger großer Verlust entstand. Nun kommt noch hinzu, daß man ein besonderes Gebläse und folglich auch eine besondere bewegende Kraft und einen zweiten Lufterheizungsapparat haben muß, so daß die Vortheile, welche aus der Anwendung des auf diese Weise getrockneten Holzes erfolgen könnten, sowohl durch die höhern Transportkosten, als auch durch die Kosten des Apparates aufgehoben werden würden. Was demnach die Anwendung des rohen und getrockneten Holzes betrifft, so sprechen die Vortheile zu Gunsten der neuen Verkohlung, welche hier beschrieben werden soll und die keinen von den Nachtheilen zeigt, welche wir mit Unparteilichkeit von dem Hohofenbetriebe mit rohem und mit getrocknetem Holz nachgewiesen haben.

Man hat neuerlich gefunden, daß die zur Reduction und Schmelzung der Eisenerze in einem Hohofen erforderliche Hitze bei weitem nicht so hoch ist, als man früher annahm, sondern daß sie 1800 bis 2000 hunderttheilige (1440 bis 1600° R.) Grade betrage. Hr. Clément=Desormes schätzt diese Temperatur auf 1800° C., Hr. Dumas und andere Chemiker auf 1500° C. *). Es sei dem nun wie ihm wolle, so muß, wenn irgend eine Ursache diesen hohen Temperaturgrad vermindert, welches z. B. der Fall ist, wenn man zu viel Erz aufgiebt und dadurch das relative Verhältniß des Brennmaterials vermindert, dadurch der Hohofengang sehr bedeutend gestört werden. Dasselbe findet beim Betriebe mit rohem Holze statt, dessen Verkohlung nicht oben in der Gicht, sondern im Innern des Schachtes erfolgt und daher nothwendig eine Abkühlung veranlassen muß. Und gelangt das Holz wirklich im getrockneten Zustande, d. h. alles mechanisch beigemengten Wassers beraubt, in den untern Theil des Ofenschachtes, welches selbst bei einem unregelmäßigen Gange nicht zu erlan=

*) Der berühmte französische Physiker Pouillet beschäftigt sich seit längerer Zeit mit Untersuchungen über die hohen Temperaturen und über die davon abhängenden Erscheinungen, deren Resultate Epoche in der Metallurgie machen werden. Mit Hülfe des von ihm erfundenen, sehr sinnreichen Luft=Pyrometers wird man ohne Zweifel einst im Stande sein, sich Rechenschaft von den bis jetzt noch unerklärten Erscheinungen des, oft so unregelmäßigen Ganges der Hohöfen, zu geben.

Mit Hülfe seines Apparates hat Hr. Pouillet den correspondirenden Grad beim Schmelzpunkte der Metalle, so wie die verschiedenen Farbennüancen, die sie durch ihre Erhitzung erlangen, bestimmen können. Wir theilen die erlangten Resultate, als sehr interessant für den Hüttenmann, hier mit:

525° C.	entsprechen der	entstehenden Rothglühhitze.
700° C.	= =	dunkeln. =
800° C.	= =	entstehenden Kirschrothhitze.
900° C.	= =	gewöhnlichen. =
1000° C.	= =	hellen. =
1100° C.	= =	dunkeln Orangehitze.
1200° C.	= =	hellen. =
1300° C.	= =	Weißglühhitze.
1400° C.	= =	glänzenden Weißglühhitze.
15 bis 1600° C.	= =	blendenden. =

Die verschiedenen Grade, welche den Schmelzpunkten des Roheisens, des Stahls und des Stabeisens entsprechen, sind folgende:

Das sehr leichtflüssige weiße Roheisen schmelzt bei	1050°
Das minder flüssige weiße Roheisen bei	1100°
Das graue, strengflüssige Roheisen bei	1200°
Der leichtflüssigste Stahl bei	1300°
Der minder leichtflüssige Stahl bei	1400°
Stabeisen endlich bei	15 bis 1600°

gen steht; so wird es dennoch immer aus gleichen verbundenen Theilen von Kohlenstoff und Wasser oder vielmehr aus Wasser- und Sauerstoff, genau in den zur Wasserbildung nöthigen Verhältnissen bestehen. Diese und die darauf folgende Dämpfebildung kann aber nur dadurch herbeigeführt werden, daß dem Ofen eine große Menge von Wärmestoff entzogen und die Temperatur in demselben vermindert wird. Es muß also nothwendig ein schlechter Gang des Ofens erfolgen, wenn man den Verlust an Wärmestoff durch Vermehrung des Brennmaterialien-Verhältnisses nicht ersetzt; allein wo bleibt dann die Ersparung, welche zu erlangen man sich vorgesetzt hat?

Wir wiederholen es, nicht allein ein vollständiges Trocknen muß man erlangen, sondern es muß auch die Verkohlung weit genug vorgeschritten sein. Auch hat man bei den zahlreichen zu Bièvres, von den Herren Houzeau und Fauveau angestellten Versuchen fortwährend gefunden, daß eine zu geringe Kohlung zu einem Kippen der Gichten und zu Versetzungen Veranlassung gab, die man nur durch einen niedrigern Erzsatz, also auf Kosten des Brennmaterials, wieder ins Gleiche bringen kann.

Vergleicht man nun auf der andern Seite die in den Oefen erhaltenen Kohlen mit den auf die gewöhnliche Weise erlangten, so wird man einsehen, daß die Vortheile auch hier auf Seite der erstern sind. Man weiß, daß die Kohlen sehr hygrometrisch sind und daher, nach Verlauf einer gewissen Zeit, selbst in den Magazinen eine große Menge Feuchtigkeit aufnehmen. Gewöhnliche Kohlen enthalten 9 bis 10 Procent Wasser und um so mehr, je stärker sie gekohlt sind und je weniger sie flüchtige, brennbare Substanzen enthalten. Die in dem Ofen erhaltenen Kohlen sind daher fast gar nicht hygrometrisch. Die gewöhnlichen Kohlen verdichten die Wasserdämpfe sehr schnell und nach Verlauf von acht Tagen sind sie damit gesättigt; alsdann vermehrt oder vermindert sich das Verhältniß des Wassers nach dem Feuchtigkeitsgrade der Atmosphäre. Da nun der Nutzeffect der Kohlen zum großen Theil von ihrem Grade der Trockenheit abhängt, so folgt daraus, daß die Anwendung der durch das neue Verfahren erhaltenen Kohlen nothwendig vortheilhaft sein muß, weil sie, größtentheils noch warm aufgegeben, gar keine Feuchtigkeit enthalten. Man weiß

übrigens, daß Kohlen, die von Wasser durchdrungen sind, welches sie mittelst der Capillarität absorbiren, wenn sie längere Zeit hindurch der Feuchtigkeit der Atmosphäre, oder dem Regen ausgesetzt gewesen sind, wie es häufig der Fall ist, nur schwierig und mit Hülfe eines starken Windstromes brennen und daß ein Theil von der Wärme zur Verdampfung des Wassers, welches sie enthalten, angewendet werden zu müssen scheint. Sie geben einen sehr schlechten Nutzeffect und veranlassen leicht einen schlechten Ofengang; denn da feuchte Kohlen keinen so hohen Erzsatz tragen können als trockne, so wird der Ofen plötzlich abgekühlt und geräth in einen schlechten Gang, wenn man den Erzsatz nicht vermindert. Alles dieß wird bei Anwendung des neuen Verkohlungsverfahrens vermieden.

Beschreibung des Apparates. — Vorsichtsmaßregeln bei dessen Construction.

Der Verkohlungsapparat besteht aus prismatischen Oefen, deren Anzahl 6 bis 10 und selbst mehr beträgt, welches von der Größe der Hütte und der Menge des zu verkohlenden Holzes abhängt. Die Oefen bestehen aus gußeisernen Platten und sind so angebracht, daß die aus dem Ofen entweichende Hitze sie, mit Ausnahme des obern Theiles, umgeben und in einer so hohen Temperatur erhalten kann, daß das darin befindliche Holz verkohlt wird. Ihr räumlicher Inhalt kann verschieden sein, jedoch macht man sie gewöhnlich ein Kubikmeter groß. Bei Hohöfen, die mit kleinen Kohlengichten betrieben werden, kann man den Verkohlungsöfen einen solchen räumlichen Inhalt geben, daß die Menge des Holzes, welches darin befindlich, nachdem sie ein Drittel ihres Volums durch die Verkohlung verloren hat, einer Kohlengicht entspricht. Da alsdann jeder Ofen eine Gicht giebt, so kann man sie ohne weitere Messung aufgeben.

Da die Verkohlung in jedem Ofen eine, von zwei bis vier Stunden verschiedene, im Durchschnitt drei Stunden betragende Zeit dauert, so würde man, wenn alle $\frac{3}{4}$ Stunden eine Gicht geht, zur Speisung des Hohofens vier Verkohlungsöfen nöthig haben. Da aber der Gichtengang nicht immer regelmäßig ist, die Verkohlungsoperation selbst aber nach der Temperatur und nach der re=

lativen Lage der Oefen verschieden ist, so würde es sehr unzweckmäßig sein, nur eine solche Anzahl von Oefen zu haben, die zur Speisung des Hohofens bei einem regelmäßigen Gange erforderlich sind; auch ist es der Reparaturen wegen, die einer von den Verkohlungsöfen bedürfen könnte, nöthig, mehre anzulegen, um immer die gehörige Menge von Kohlen liefern zu können. Bei großen Kohlengichten reicht ein Ofen nicht mehr zu einer aus, denn dieselben wesentlich größer als ein Kubikmeter oder 32 bis 33 Kubikfuß zu machen, würde unzweckmäßig sein, indem alsdann die Verkohlung nicht mehr so gleichförmig vor sich gehen würde. Man macht die Oefen gewöhnlich höher als breiter, ungefähr 4 bis 4½ Fuß hoch und 2 bis 2½ Fuß lang und breit.

Der Apparat, welcher in Fig. 1. Taf. III. im Grundriß und horizontalen Durchschnitt, in Fig. 2. in einer senkrechten Seitenansicht und in Fig. 3. in einer Ansicht von vorn dargestellt worden ist, besteht aus acht, auf zwei Seiten an einander gereiheten Oefen, die auf der Gicht und neben der Oeffnung derselben angebracht ist. Diese muß wo möglich frei bleiben und, wie auch unsere Abbildung zeigt, mit einer kleinen Esse versehen sein, um den Verkohlungsofen, wenn er einer Reparatur bedarf, gänzlich von dem Hohofen zu trennen, ohne den Betrieb desselben weiter zu stören. Da diese Esse niedriger ist, als die hinter dem Apparat liegende, so verbindert sie die Gichtflamme und die Gase nicht, in diesen einzudringen, ja der Zug war oft besser, wenn die vordere Esse nicht gänzlich verschlossen war, und ein Theil der Flamme trat in diesem Falle oft zurück und hinderte die Aufgeber.

Eben so ist es auch nicht nöthig, den Ofen vorn zu verschließen; jedoch ist es gut, dasselbe in einigen Fällen zu können, und es geschieht entweder mittelst zweier eiserner Flügelthüren, oder durch eine große Blechplatte, die durch Häspen an Haken aufgehängt ist, welche in dem Mauerwerk der Esse über dem Balken, der oben die Oeffnung schließt, befestigt worden sind. Mittelst einer kleinen Kette, die über eine Rolle geht und die sich auf einen kleinen Haspel wickelt, kann die Thür, nach Belieben gehoben oder gesenkt werden.

Um, wenn es erforderlich ist, den Verkohlungsapparat, welchen man ohne Nachtheil in einer Entfernung von einem oder

von zwei oder selbst mehrern Fußen von der Gichtöffnung entfernt, legen kann, von dem Hohofen zu trennen, ist es nothwendig, ein Register oder einen Schieber anzubringen, der nach Belieben die Oeffnung, durch welche die Flamme in den Apparat geht, verschließen kann. Das Register kann eine einfache Platte von Gußeisen oder von Blech sein, welches sich zwischen Rinnen bewegt, und von der Seite her geschoben, oder von oben heruntergelassen wird, wenn die Esse über der Gicht nicht dicht an dem Verkohlungsofen liegt.

In dem Quer-Durchschnitt des Apparates (Taf. V. Fig. 1.) nach der Linie **CD** (Taf. III. Fig. 1.), ist der unter dem Verkohlungsapparate liegende Apparat zur Erhitzung der Gebläseluft mit gekrümmten Röhren, der von Hrn. Philipp Taylor angegeben worden ist, dargestellt. Man ersieht daraus, daß die Anlage des Verkohlungsofens über dem Lufterheizungsapparat diesem keineswegs nachtheilig sein kann und daß beide Apparate recht gut mittelst der Gichtflamme, oder vielmehr durch Entzündung der aus der Gichtöffnung entweichenden Gase zu gleicher Zeit hinlänglich erhitzt werden können. Man wird aber eben so gut einsehen, daß der Verkohlungsapparat auch beim Betriebe mit kalter Luft angebracht werden kann, wie es wirklich bei einigen Hohöfen in Frankreich der Fall ist.

Die einzelnen Verkohlungsöfen liegen so an einander, daß ein Zwischenraum von sechs Zollen zwischen ihnen bleibt; in demselben cirkulirt die Flamme. Die Bodenplatten, welche man ungefähr zwei Zoll dick macht, werden auf der einen Seite von den äußern Seitenmauern und auf der andern, wenn kein Lufterheizungsapparat vorhanden ist, durch Pfeiler getragen, die aus Ziegelsteinen aufgeführt worden sind und von denen auf einem die Ecken von vier benachbarten Platten liegen. Daher müssen zu acht Oefen, so wie sie auf dem Grundriß dargestellt worden, fünf Pfeiler vorhanden sein. Man könnte die Festigkeit wegen, auch nur einen Pfeiler aufführen und Oeffnungen in den Zwischenräumen, zwischen den Ecken der Oefen lassen, so daß die Flamme in dieselben dringen kann. Da wo ein Lufterheizungsapparat vorhanden ist, führt man an beiden Seiten desselben Pfeiler auf und legt auf dieselben gußeiserne Balken, welche die Verkohlungsöfen

tragen, wie man auf der Taf. V. sieht. Man könnte auch die Pfeiler leicht unter dem Lufterheizungsapparat verlängern und sich mit Hülfe von einer Art gußeiserner Stützen, welche über die gekrümmten Röhren greifen, noch zwischenliegende Stützpunkte schaffen. Um das Entleeren der Oefen zu erleichtern, giebt man den Bodenplatten eine Neigung von ungefähr 15 Grad, d. h. von einem Drittel, oder von 1 Zoll auf 3 Zoll. Auf diese Neigung, die sich am leichtesten geben läßt, sind alle einzelnen Stücke des Ofens berechnet, welche auf Taf. IV. dargestellt worden. Um das Vorwärtsgleiten dieser Platten zu verhindern, müssen sie durch ein eisernes Band zurückgehalten werden, welches selbst auf der ganzen Länge des Apparates durch Verankerungen festgehalten wird, die dem Ganzen mehr Festigkeit geben, wie es auch bei den gewöhnlichen Flammöfen der Fall ist. Auf den Figuren der Taf. III. findet man diese Verankerungen abgebildet. Die Bolzen, welche die Anker festhalten, sind in das Mauerwerk eingelassen; die des mittlern Ankers müssen auf der innern Seite des Ofens mittelst Lehm gegen die Einwirkung der Hitze gesichert werden, denn würden sie oxydirt, so dürften sie bald aufhören, irgend einen Widerstand zu leisten.

Die Verkohlungsöfen bestehen aus folgenden einzelnen, auf Taf. IV. abgebildeten Stücken:

1. Eine Bodenplatte **a**, Fig. 1., die in **b** im Längen- und in **c** im Querdurchschnitt dargestellt worden ist. Sie hat Ränder, gegen welche die vier Seitenplatten treten und nicht nach außerhalb ausweichen können. Es ist aber zweckmäßig, daß auch nach der innern Seite zu Randleisten vorhanden sind, so daß die Seitenplatten auch nach innen zu nicht ausweichen können, sondern in Fugen stehen. Hat die Deckplatte nun dieselbe Einrichtung, so braucht man keine eisernen Schraubenbolzen und Schrauben, die von der Essigsäure eher angegriffen werden als das Gußeisen, weßhalb man die Anwendung des Stabeisens bei der Construction der Oefen möglichst vermeiden muß. Da aber die Platten auf offenem Herde gegossen werden und man für ihre Stärke nicht genau stehen kann, so haben sie mit Rändern oder mit Fugen einen Nachtheil, der beim Zusammenschrauben vermieden wird, nämlich einen Spielraum zu lassen. Da man densel-

den aber leicht durch kleine eiserne Keile und Kitt vermeiden kann, so ist es dennoch vortheilhafter, Platten mit Fugen, als die in Fig. 1. Taf. III. angegebenen Verschraubungen anzuwenden. Dasselbe findet bei den Löschkasten (Etouffoirs) statt, von denen weiter unten geredet werden wird.

Da wo die Seitenthür des Ofens ist, welche zu seiner Entleerung dient, fehlt der Rand. Zu jeder Seite der Thür ist eine Oeffnung von 4 Zoll Länge und 3 Zoll Breite vorhanden, die man aber auch, um den Guß der Platten zu vereinfachen, weglassen könnte. Sie haben den Zweck, die Flamme zu beiden Seiten der Thür durchgehen zu lassen, allein da dieselbe von der Seite her auch dahin gelangen kann, so sind sie nicht durchaus nothwendig. Jedoch können sie dann von Nutzen sein, wenn die Oefen mit Schraubenbolzen zusammengefügt sind und es nothwendig ist, zu deren Erhaltung etwas Mauerwerk stehen zu lassen, welches die Flamme von der Vorderseite abhält. Der äußere Rand der Platte ist für eine Neigung derselben von 15° berechnet; denn es ist klar, daß wenn man derselben eine geringere Neigung gäbe, man den Rahmen in der Richtung der Länge verhältnißmäßig vermindern und auch die Schräge der Seitenplatten (Fig. 4.) verändern müßte. Jedenfalls muß man dahin sehen, daß der hintere Rand nach Innen zu geneigt sei, damit die hintere Platte an den Winkel des Randes anpaßt. Machte man denselben nun gerade wie die andern Seiten, so würde dadurch die genaue Aneinanderfügung der Platten erschwert werden. Es ist daher auch nöthig, daß von den verschiedenen Platten genaue hölzerne Modelle angefertigt werden, um sie danach abformen und allen Platten, die einerlei Stellung bei den verschiedenen Oefen erhalten, einerlei Größe geben zu können.

Die Fig. 2. und 3. derselben Tafel, stellen die vordere und die Hinterplatte dar. Sie sind an den Seiten mit Rändern versehen, mit denen sie über die Seitenplatten greifen. Man kann diese Ränder nur 6 Linien stark machen, wogegen alle Ofenplatten, die fortwährend der Einwirkung des Feuers ausgesetzt sind, wenigstens einen Zoll stark sein müssen. Unten müssen diese Ränder, wie auch auf der Abbildung angegeben ist, abgeschrägt werden, um die Platten senkrecht auf die Boden stellen zu können.

Die Rückplatte ist oben an der innern Seite mit einem hervorstehenden Rande versehen, auf welche die Deckplatte gelegt werden kann.

Fig. 4. stellt eine von den Seitenplatten dar, die oben ebenfalls mit einem vorstehenden Rand versehen sind. Gebraucht man zum Eindämmen beider Seitenplatten, der rechten und der linken, nur ein Modell, so muß man dahin sehen, daß der Rand auf die andere Seite kommt; die Figur stellt die rechte Seitenplatte dar; an der linken Seite muß der Rand die entgegengesetzte Stellung haben.

Die Fig. 5. stellt die Deckplatte des Ofens dar, die auf den vorstehenden Rändern der hintern und der Seitenplatte, so wie auf dem obern Rande der Vorderplatte ruht, so wie es die Ansicht von oben der Oefen 5 und 6 (Fig. 1. Taf. III.) und der senkrechte Durchschnitt (Fig. 1. Taf. V.) zeigen. In den Ecken sind zwei runde Oeffnungen von 3 Zoll Durchmesser vorhanden, welche den Zweck haben, Röhren aufzunehmen, durch welche ein Theil des Rauchs und der Dämpfe entweichen, die das Holz bei seiner Verkohlung entwickelt. Diese Röhren, welche aus Blech oder aus Gußeisen bestehen können, treten zu zweien in eine andere senkrechte Röhre, die ihrerseits den Zweck hat, die Dämpfe abzuleiten, damit sie die Arbeiter nicht belästigen. Für je zwei Oefen ist, wie aus der Abbildung hervorgeht, eine senkrechte Röhre erforderlich und die kleinen, in dieselben einmündenden, müssen so eingerichtet sein, daß sie sich leicht wegnehmen und wieder hinsetzen lassen, um gereinigt werden zu können, wenn sie, was leicht der Fall ist, der Theer verstopft. Es wird nur eine von den Oeffnungen gebraucht, die andere dagegen wird, mittelst des Mauerwerks, welche die ganze Deckplatte bedeckt, verschlossen. Die vier Röhren **F, G, H, I**, mit den kleinen sogenannten Rauchröhren (**Fumettes**) sind im Grundriß auf Figur 1. zwischen den Oefen 7 und 8 in **I**, und im Aufriß in Fig. 2 und 3. dargestellt. Die Deckplatte hat außer den beiden kleinen, noch eine dritte Oeffnung, durch welche der Ofen mit Holz gefüllt wird. Ein gußeiserner Rahmen in Form eines Mühlrumpfs (Taf. **IV.** Fig. 6.), mit Angeln für die Thür, Fig. 7. versehen, wird auf der Oeffnung mittelst Bolzen und mittelst des Halses der an dem

Rumpf befindlich ist, festgeschroben. Außer den Angeln, welche die Thürhäspen aufnehmen, befestigt man auch noch eine Eisenstange an dem Rumpf, gegen welchen die geöffnete Thür gelegt wird, damit dieselbe nicht ganz zurückfällt, wie es der Durchschnitt, Fig. 1. Taf. V. zeigt, an welchem die eine Thür geöffnet und die andere geschlossen ist. Die Fig. 6. stellt in **a** eine Ansicht von oben des Rumpfes, in **b** einen Querdurchschnitt und in **c** eine Längenansicht dar. Dieses Stück muß in der Lade gegossen werden und darf nur ½ Zoll stark sein.

Die Fig. 7. stellt die Thür mit ihren Eisenbeschlägen dar; **a** ist eine Ansicht von oben, **b** eine Ansicht von unten, **c** ein Längendurchschnitt. Diese Thür muß ebenfalls in der Lade gegossen und so dünn als möglich sein. Nur der innere Theil ist der Festigkeit wegen stärker.

Fig. 8. stellt einen Rahmen oder ein Gewände von einer der Seitenthüren dar, durch welche die Oefen entleert werden. Er wird mittelst Bolzen und Schrauben mit der Vorderplatte (Fig. 3.) verbunden; dieses auf der Bodenplatte ruhende Stück hat nur drei Seiten; **a** ist ein Grundriß und **b** ein Seitenaufriß. An den Oefen 1 und 2 (Taf. III. Fig. 1.) sind die Rahmen im Durchschnitt und an den Oefen 3 und 4 von oben gesehen dargestellt, nur sind die letztern in dem Mauerwerk versteckt, welches sie ganz umgiebt. In Fig. 1. Taf. V. endlich sieht man sie im Durchschnitt und in der Seitenansicht. Diese Rahmen, die ½ Zoll stark sind, müssen wegen der Ränder, mittelst denen sie mit der Vorderplatte verbunden werden, auch in der Lade gegossen werden. Die Thüren zu diesen Rahmen bestehen aus quadratischen Platten (Taf. IV. Fig. 9. **abcd**), von derselben Gestalt wie die Rahmen, gegen welche sie sich legen. Zu ihrer Handhabung dient ein eiserner Henkel oder Knopf, der in der Mitte befestigt ist und ein, ebenfalls eisernes Instrument, der sogenannte große Wagen. Wenn eine von diesen Thüren in den Rahmen gestellt worden ist (M, Fig. 1. Taf. V.), so dient eine Art von eiserner Wirbel N, der an dem obern Theil des Rahmens angebracht worden ist, dazu, sie an ihrem Platze zu erhalten. Diese ebenfalls in der Lade gegossenen Thüren müssen wenigstens einen Zoll stark sein und da sie die einzigen Punkte sind, wo die Oefen keine

Hitze von außen erhalten, so könnte man sie so einrichten, daß sie, wie die Thüren der Flammöfen, äußerlich mit Ziegelsteinen bekleidet würden, um jede Abkühlung zu vermeiden. Hin und wieder sind die Thüren an Haken und Häspen gehängt, wie die der Löschkasten, allein die angegebene Vorrichtung ist vorzuziehen.

Der große Wagen **ABC** (Taf. V. Fig. 9.), welcher dazu dient, diese Thüren zu handhaben, ist eine Art eiserner Hebel, der auf zwei, ebenfalls eisernen Räderchen ruhet und an dem einen Ende eine Art Gabel bildet, deren Zinken in Haken, von der Form von Zähnen endigen. Mittelst derselben und der Henkel **M**, ergreift man die Thür, die durch ein abwärts gebogenes und mit der Gabel an dem Wagen verbundenes Stück Eisen, in einer senkrechten Stellung erhalten wird. Wenn die Thüren an ihren Platz gestellt worden sind, so verkittet man die Fugen sehr genau, um das Eindringen der äußern Luft zum Innern des Ofens abzuhalten. Erst nachdem dieß geschehen ist, füllt man den Ofen.

Die fertigen Kohlen werden in Löschkasten gezogen, von denen vor jedem Ofen einer vorhanden ist und die, wie diese, aus eisernen Platten bestehen. Anfänglich bestanden diese Löschkasten (**Etouffoirs**) aus Eisenblech und waren beweglich; allein man konnte dieselben nicht genau verschließen, und dann hatten sie das Nachtheilige, von der Holzessigsäure schnell zerfressen zu werden. Man hat sie daher durch feststehende gußeiserne Kasten ersetzt, welche diese Nachtheile nicht haben. Fig. 1. Taf. V. zeigt einen Seitendurchschnitt eines von diesen Löschkasten und auf der andern Seite eine Seitenansicht, von allem Mauerwerk befreiet, um die Zusammenfügung aller Stücke zu zeigen. Die Fig. 2. 3. 4. 5 und 6. derselben Tafel, zeigen die Einzelnheiten der den Kasten bildenden Platten. Die Bodenplatte hat ringsum einen Rand, der nur da fehlt, wo an der vordern Seite die Thür vorhanden ist. Es ist aber zweckmäßiger, daß diese, sowie die Deckplatte, doppelte Leisten haben, zwischen welche die Seitenplatten gesetzt werden, damit sie nicht ausweichen können.

Fig. 7. ist die Thür, welche mittelst Häspen und Haken mit der Vorderplatte (Fig. 5.) verbunden ist. Die Oeffnung in der Deckplatte wird mit einem Deckel (Fig. 8.) verschlossen, welcher mit einem Griff versehen ist, der dazu dient, ihn mit Hülfe eines,

der bereits weiter oben beschriebenen eisernen Instrumente, mittelst des sogenannten kleinen Wagens (Fig. 10. **D** und **R**) wegzunehmen. In **R** ist derselbe in dem Augenblick dargestellt, in welchem er den Griff **Q** des Deckels von dem Löschkasten faßt. Wenn die Kohlen in denselben hineingezogen sind, so verschmiert man die Seitenthür und den Deckel, um jeden Luftzutritt zu verhindern, welcher die Kohlen verbrennen könnte. Die Löschkasten stehen auf Pfeilern von Ziegelsteinen (siehe Taf. **III.** Fig. 2.), um darunter einen leeren Raum zu lassen, in den man Körbe setzen kann, die zum Aufgeben der Kohlen in den Hohofen dienen. Die Zwischenräume zwischen den Löschkästen und dem Apparat müssen vermauert werden. Man könnte auch die Seitenplatten zwischen den verschiedenen Löschkasten weglassen und Mauern dazwischen aufführen, wie dieß auch in einigen Hütten geschehen ist, allein es scheint zweckmäßiger zu sein, die Löschkasten gänzlich von Gußeisen zu machen.

Die obern Oeffnungen der Oefen, die der Löschkästen und ihre Deckel, haben gleiche Dimensionen und sind nur durch ihre Beschläge verschieden; sie werden also nach einem und demselben Modell angefertigt. Es würde weit zweckmäßiger sein und auch durchaus keine Schwierigkeiten haben, die Kästen der Oefen und der Löschkasten aus einem Stück zu gießen und Boden und Deckplatte für sich. Man würde dadurch mehr Festigkeit erlangen und die Fugen an den Ecken vermeiden, deren Verkittung auf die Länge von den sauren Dämpfen zerstört wird, besonders bei den Löschkästen, so daß man oft mitten im Betriebe die Verkittung ausbessern muß. Zu Montblainville hat man zum Schutz der Bodenplattenecken dieselben mit Mauerwerk umgeben, so daß nur die Zwischenräume vorhanden sind, durch welche die Flamme dringen kann, um rings um die Oefen zu circuliren. Dieß Mauerwerk bildet ein Kreuz, welches die Ecken vier benachbarter Oefen zugleich umfaßt.

Zwischen den Oefen und der äußern Mauer ist ein Zwischenraum von 4 bis 5 Zoll für die Flamme und die Gase geblieben, und zu beiden Seiten der Thür ist die unten stärkere Mauer schmäler, damit jene auch dorthin gelangen können (Fig. 1. Taf. V.). Am Ende des Verkohlungsapparates ist eine Esse ange-

bracht, zu der wenigstens drei Züge führen, wie der Grundriß, Fig. 1. Taf. III. andeutet, um die Flamme im Innern des Apparates zweckmäßig zu vertheilen und zu verhindern, daß sich die Hitze nicht auf Kosten der übrigen Punkte, zu sehr an einem concentrire. Diese Kanäle müssen jeder mit einem Register versehen sein, so daß der Zug nach Belieben, nach dem einen oder dem andern von ihnen gerichtet werden kann. Der innere Querschnitt der Esse muß wenigstens zwei Fuß im Quadrat haben, besonders bei Oefen von großen Dimensionen, und seine Höhe über der Gicht muß 10 bis 12 Fuß betragen. Oben ist sie mit einem Register versehen, welches zur zweckmäßigen Regulirung des Zuges dient. In Fig. 2. ist diese Esse, so wie die blechernen Röhren zur Ableitung der Dämpfe als abgebrochen dargestellt, während sie in Fig. 3. vollständig angegeben sind, welche Figur zu gleicher Zeit auch die Art und Weise der Vereinigung der Kanäle mit der Esse angiebt. Der obere Theil des Apparates ist, mit Ausnahme der Füllungsöffnungen, mit einem sechs bis acht Zoll starken Mauerwerk bedeckt, in welchem man über den Zwischenräumen zwischen den Oefen, Oeffnungen läßt, die man mit keilförmigen Stöpseln von Gußeisen oder Ziegelsteinen verschließt. Will man an irgend einem Punkt der Oefen eine erhöhete Temperatur haben, so öffnet man diese Löcher. Uebrigens muß man dahin sehen, sie zu verschließen, wenn man die Kohlen aus den Oefen nimmt, weil sich diese sonst zu sehr erhitzen und die Platten sich krumm ziehen würden. Zu gleicher Zeit haben diese Oeffnungen den Zweck, die Räume zwischen den Oefen zu reinigen, indem sie häufig durch den sogenannten Gichtsand, besonders aber durch Sublimation der flüchtigen Materien, welche die Gasströme des Hohofens mit sich führen, verstopft werden, wenn man diese Materien nicht von Zeit zu Zeit fortschafft.

Alle Fugen der Oefen und der Löschkasten müssen sehr sorgfältig verkittet werden, damit durchaus keine Luft eindringen kann. Der dazu am zweckmäßigsten gefundene Kitt besteht aus 6 oder 7 Theilen Feilspänen von Guß- oder Stabeisen, besser aber von ersterm, aus 1 Theil Bleiweiß und aus 1 Theil feuerfestem Thon, welche Materialien man mittelst Essig mit einander vermengt. Wenn dieser Kitt nicht zu schnell trocknet und die Eisen-

feilspäne Zeit haben sich zu oxydiren (und um die Oxydation zu erleichtern, wendet man Essig an), so wird er außerordentlich hart und kann dem heftigsten Feuer widerstehen, ohne sich zu verändern, wie es bei den Kitten der Fall ist, zu denen flüchtige Materien, wie Schwefel, Ammoniak rc. angewendet werden.

In der Fig. 1. Taf. III. sind die Oefen 1 und 2 in horizontalem Durchschnitt in der Höhe der Seitenthüren; die Oefen 3 und 4 in solchen Durchschnitten über den Thüren; die Oefen 5 und 6 in einer Ansicht von oben, mit den Deckplatten, aber ohne das bedeckende Mauerwerk, der Ofen 6 mit dem Rumpf zum Füllen und endlich die Oefen 7 und 8 sind mit dem Mauerwerk dargestellt, so wie sie beschaffen sind, wenn der ganze Apparat beendigt ist. Derselbe ist auf diesem Grundriß Fig. 1. noch nicht in gehöriger Entfernung von der Gicht gelegt; die zu geringe Größe der Tafel hat die vorliegende Darstellung nöthig gemacht.

Da die aus der Gichtöffnung des Ofens entweichenden Gase nicht immer entzündet und da sie, um entzündet zu werden, mit einer gewissen Quantität atmosphärischer Luft vermengt sein müssen, so muß man dahin sehen, daß in dem, den Apparat umgebenden Mauerwerk und besonders in der Gegend der Stelle, wo die Gase in denselben einströmen, d. h. in der Nähe der Gichtöffnung, eine gewisse Anzahl Oeffnungen von einem oder zwei Zoll Durchmesser vorhanden sein, die man verschließen kann, wenn man es für zweckmäßig hält und die den Zweck haben, die zur Erleichterung der Entzündung der Gase erforderliche atmosphärische Luft herbeizuschaffen. Man kann im Allgemeinen sagen, daß die Entzündung der Gase um so besser bewirkt werde, je mehr Oeffnungen zur Einführung von Luft vorhanden sind. Da man nun unter den obwaltenden Umständen keines sehr lebhaften, sondern nur eines solchen Zuges bedarf, der hinreichend ist, daß die Flamme die Richtung nach dem Apparat zu nimmt, so hat man nicht zu fürchten, daß in denselben zu viel kalte Luft eindringt, die daselbst eine gewisse Abkühlung hervorbringen würde.

In der Fig. 2. sind die Oefen 1 und 2 oben geschlossen und unten offen dargestellt, wie es der Fall ist, wenn die Kohlen ausgezogen werden; die Oefen 7 und 8 dagegen sind unten oder an

der Seite geschlossen und oben geöffnet, wie es sein muß, wenn sie gefüllt werden. In der Fig. 3. ist der obere Theil der Gichtesse weggelassen, um die Einrichtung des obern Theils der Oefen und die Röhren zu zeigen, welche sie verdeckt haben würde, sehen zu lassen. Die Löschkasten sind nur zum Theil dargestellt, weil die Platte zu klein ist, um ihre ganze Abbildung aufnehmen zu können.

Die Einrichtung der Oefen unter einander, ist ganz willkürlich und hängt von der Localität ab. Zu Haraucourt z. B., wo der Apparat mit großer Sorgfalt und Einsicht erbauet worden ist, stehen alle Oefen auf einem Bogen, der von dem Ofengemäuer ganz unabhängig ist, und gebrauchen nur einen Theil der Gichtflamme, da ein anderer Theil zur Speisung eines Kalkofens benutzt wird. Ueber den Seitenthüren der Verkohlungsöfen muß ein Mantel von Ziegelsteinen oder von Blech angebracht sein, um den dicken Rauch abzuführen, der sich beim Ausziehen der Kohlen entwickelt und die Arbeiter sehr belästigt. Zu Montblainville hat man dagegen diese Mäntel weg und den obern Boden längs des ganzen Apparates offen gelassen, um auf diese Weise den Dämpfen Abzug zu verschaffen.

Von der Verkohlung und den dabei anzuwendenden Vorsichtsmaßregeln.

Das Zerschneiden des Holzes in Stücke von 5 bis 6 Zoll, geschieht mittelst einer Kreissäge, deren Anlage ungefähr ein Capital von 200 bis 300 Thlr. und eine bewegende Kraft von ungefähr zwei Pferdekräften bedarf, wobei man sie 7 bis 800 Mal in der Minute umgehen lassen kann. Bei 12 Stunden täglicher Arbeitszeit kann alsdann so viel Holz zerschnitten werden, als ein Apparat der beschriebenen Art bedarf. Zur Bedienung einer solchen Kreissäge ist ein Arbeiter erforderlich, wogegen, wenn das obige Quantum mit der Hand zerschnitten werden soll, 20 bis 25 Menschen erforderlich sind.

Da die Entwickelung der Gase und der flüchtigen Materien des Holzes, hauptsächlich in der Richtung der Fasern stattfindet, so ist es, damit die Verkohlung leichter erfolge, zweckmäßig, die Stücke nicht länger als 5 oder 6 Zoll zu machen. Holz von die-

ser Länge trocknet und dörrt sehr leicht und die daraus erfolgenden Kohlen haben eine zweckmäßige Größe für die Hohöfen, indem sie auf der einen Seite nicht zu große Zwischenräume lassen und auf der andern die Beschickung gut tragen und deren Durchfallen verhindern.

Es ist ferner auch nothwendig und läßt sich leicht ausführen, das Holz zu sortiren, so daß man starke, mittlere und gespaltene Stücke, jede für sich verkohlt; denn da die Verdampfung in der Längenrichtung der Fasern erfolgt, so erlangt man auf diese Weise eine regelmäßigere und bessere Verkohlung. Endlich ist es auch nöthig, das weiche oder Nadelholz von dem harten oder Laubholz zu trennen. Die durch das Zerschneiden starker Holzstücke erfolgenden Klötze können sehr leicht mittelst eines sehr einfachen und bequemen Instrumentes gespalten werden. Es besteht aus Stahlplatten, die ein Kreuz bilden und in einem Klotz befestigt sind. Ein Knabe nimmt ein Stück Holz, setzt es auf das Kreuz oder auf ein Blatt und schlägt dann mit einem hölzernen Schlägel auf das Holzstück, um es, je nach seiner Stärke, in zwei oder in vier Stücke zu theilen.

In den Ardennen giebt eine Klafter (Corde) oder doppelte Stère (64,7 Kubikfuß preußisch) 25 Körbe Klötze oder Holzstücke, so wie sie zur Verkohlung kommen, aus denen ungefähr 16½ Körbe voll Kohlen erfolgen müssen. Man darf nie zu viel Holz auf einmal zerschneiden lassen, weil, wenn es zu lange auf einem Haufen liegt und die Luft nicht durch die Masse cirkuliren kann, das Holz sich erwärmen und in eine gewisse Gährung übergehen würde, besonders wenn es längere Zeit hindurch dem Regen und der Feuchtigkeit ausgesetzt bleibt. Das Holz verändert alsdann seine Eigenschaften und verliert einen Theil seiner Heizkraft. Es ist gut, nur so viel zu zerschneiden, als auf 14 Tage oder 3 Wochen nöthig; auch muß man es gegen Wind und Wetter schützen.

Um die Oefen leicht mit Holz füllen zu können, ist es nöthig, rings um dieselben einen Boden anzubringen, während das Entladen der Oefen, oder das Ausziehen der Kohlen im Niveau des Gichtbodens geschieht. Der zweite Boden, dessen Lage in den Fig. 2. und 3. Taf. III. und in Fig. 1. Taf. V. angedeutet worden ist, muß hoch genug über den Seitenthüren der Oefen liegen, um die Arbeiter beim Ausziehen der Kohlen nicht zu sehr zu be=

Bayerische
Staatsbibliothek
München

hindern. Das Füllen geschieht daher über diesem Boden und das Ausladen unterhalb desselben. Liegen alle Oefen auf einer Linie, wie zu Haraucourt, so ist der zweite Boden nur auf der Seite nöthig, wo das Einladen geschieht, und es ist dann die Hinterseite, indem die vordere Seite frei bleibt. Das zerkleinerte Holz wird in Körbe gethan, um auf die Gicht gebracht und dort in die Oefen gethan zu werden. Der Transport des Holzes auf die Gicht geschieht mittelst eines Krahns, oder mittelst eines Haspels, oder mittelst irgend eines andern Gichtzuges, je nachdem sich die Localität, oder die Anlagekosten, oder irgend ein anderer Grund für das Eine oder das Andere sprechen.

Ehe man die Oefen füllt, bringt man die Thüren an ihren Platz und verkittet deren Fugen ganz genau mit feuerfestem Thon, um das Eindringen der Luft gänzlich zu verhindern. Wenn dann die Oefen gefüllt sind, so legt man den Deckel darauf, den man jedoch nicht zu verkitten braucht. Die in dem Holze vorhandenen Wasserdämpfe entwickeln sich sogleich; darauf folgt ein dicker, schwarzer Rauch, der nach Ruß riecht, und der dann weißlich, hell, sehr stechend und zusammenziehend wird und beim Athmen ein erstickendes Gefühl veranlaßt. Es ist dieß das Zeichen, durch welches die Arbeiter erkennen, daß die Verkohlung zu dem gehörigen Punkt gelangt sei. Uebrigens sind einige Tage der Praxis und der Erfahrung hinreichend, um es an der Farbe und an dem Geruch zu erkennen, ob die Operation weit genug vorgeschritten ist oder nicht. Sie dauert zwei bis vier Stunden, und wenn die Oefen nur mäßig erhitzt werden, noch länger. Dauerte sie nur kürzere Zeit als zwei Stunden, so würde das ein Zeichen sein, daß die Oefen zu viel Wärme erhalten, ein sorgfältig zu vermeidender Umstand; denn bei einer zu schnellen Verkohlung entwickeln sich mit den flüchtgen auch brennbare Materien, und die Verkohlung ist immer weniger regelmäßig. Wird sie dagegen langsam geführt, so giebt sie eine gleichartigere Kohle mit einem geringern Kohlenstoffverlust. Es ist daher immer besser, wenn ein Lufterheizungsapparat unter den Verkohlungsöfen verhanden ist; denn wenn dieß nicht der Fall, so muß man ein mit Oeffnungen versehenes Gewölbe darunter aufführen, um es zu verhindern, daß die Flamme nicht zu stark an gewisse Punkte der Oefen gelange,

welche darunter leiden würden und damit dieselben nicht zu viel Hitze erlangen, und man muß auch mit Hülfe der, weiter oben erwähnten Register und Kanäle den Zug, nach Erfordern, vermindern oder vermehren.

Bei einer gehörigen und guten Verkohlung muß das Holz sowohl äußerlich als innerlich schwarz oder mehr oder weniger dunkel kaffeebraun sein; es muß sich leicht pulverisiren lassen. Man muß aber besonders dahin sehen, daß diese Eigenschaften auch im Innern und nicht bloß auf der Oberfläche vorhanden sind; erstere kann nur vom Rauch geschwärzt sein, wenn das Holz im Innern noch weiß ist. Wenn die Verkohlung mit gehöriger Langsamkeit erfolgt ist, d. h. in 4 bis 5 Stunden, so ist sie sehr gleichförmig in allen Theilen des Ofens, eben so gut im Innern der Masse und am obern und in den Theilen, die mit den Platten in Verbindung stehen. Der einzige Ort, wo zuweilen einige Stücke nicht vollständig verkohlt werden, ist der an der Seitenthür, welche fortwährend von der atmosphärischen Luft abgekühlt wird. Daher würde es, wie schon bemerkt, sehr zweckmäßig sein, die Thüren mit Rähmen zu versehen, welche mit Ziegelsteinen ausgesetzt werden. Jedoch haben einige schlechter verkohlte Stücke Holz gar keinen bösen Einfluß auf den Hohofengang; denn häufig werden die Kohlen auch eher ausgezogen, als dieß zweckmäßig ist, so daß auch dadurch die Verkohlung manches Stücks unvollendet bleibt.

Um einen Ofen zu entladen, wird mit dem großen Wagen die Seitenthür desselben und mit dem kleinen der Deckel des correspondirenden Löschkastens abgehoben und auf den obern Theil des letztern gezogen. Darauf werden die Kohlen mit Hülfe eines Harkens mit drei bis vier abgerundeten, einen Zoll breiten und eben so weit von einander abstehenden Zinken, daß die Kohlen nicht dazwischen stecken bleiben können, in den Löschkasten ausgezogen, und zu dem letzten Theil wird eine Krücke angewendet. Während dieser Operation entzünden sich die Kohlen zuweilen durch den Zutritt der atmosphärischen Luft. Der Arbeiter muß zu dem Ende ein Gefäß mit Wasser neben sich stehen haben, um die entzündeten Theile mit wenigem Wasser auszulöschen; die Flamme wird dann durch die sich bildenden Wasserdämpfe gänzlich erstickt. Nachdem alle Kohlen in dem Löschkasten ausgezogen sind, verschließt

und verkittet man denselben sehr sorgfältig. Die Kohlen verlöschen und erkalten dann sehr langsam, und die Verkohlung wird mittelst der in den Oefen erlangten Hitze in den Löschkästen vollendet, so daß die Kohlen nach einem längern Aufenthalt in denselben weit besser und weit gleichartiger sind, als nachdem sie so eben aus den Verkohlungsöfen kommen.

Zu Bièvres waren die Oefen eine Zeit lang, mittelst eines Schiebers, der sich in einem Rahm bewegt, in zwei Abtheilungen oder Etagen getheilt. Während nun die Verkohlung in dem untern, weit heißern und in unmittelbarer Berührung mit der Flamme stehenden Theile des Ofens vor sich ging, wurde sie in der obern Abtheilung vorbereitet, indem dort das Holz trocknete. Wenn nun die Holzstücke in der untern Etage gehörig verkohlt worden waren, so wurden sie in den Löschkasten ausgezogen und darauf durch die des obern Theils ersetzt, indem man den Schieber wegzog, so daß die Stücke niederfallen konnten. Man brachte darauf den Schieber wieder an seinen Platz und füllte den obern Theil des Ofens von Neuem mit Holzstücken, die sich zur Verkohlung vorbereiten konnten. Man hat jedoch diese Einrichtung der Verkohlung aufgegeben, weil sie zu viel Aufmerksamkeit von Seiten der Arbeiter erfordert: eine Sache die, selbst bei der besten Aufsicht, schwer zu erlangen ist.

Von dem Gange der Hohöfen.

Der Betrieb der Hohöfen hat sich seit Anwendung des neuen Verkohlungsverfahrens nicht viel verändert; die Gestalt des Schachts und des Gestelles und alle übrigen Bedingungen sind dieselben geblieben; dagegen hat sich ihr Gang sehr wesentlich verbessert. Die Arbeit ist leichter, die Temperatur höher geworden, das Gestell weit heller und freier, die Formen weit glänzender. Dennoch ist es nothwendig, den Druck der Gebläseluft zu vermehren. Zu Montblainville hat man sich dabei sehr wohl befunden; zu Bièvres vertauschte man die 24 Linien weiten Formen mit solchen von 20 Linien Weite und hat sich dabei ebenfalls wohl befunden. Der Gichtengang war etwas langsamer, allein der Ofengang war besser, das Roheisen war schöner, hitziger und das Gestell ruhiger. Die Gichtflamme schien etwas geringer geworden zu sein. Diese Ver-

änderungen sind die natürlichen Folgen von dem neuen, viel dichtern und schwerern Brennmaterial, welches, um mit beschleunigtem Gichtengang zu gehen, eines weit dichtern und stärkern Windes bedarf.

Anfänglich war das Kippen der Gichten sehr häufig; sie zeigten sich durch einen plötzlichen Wechsel in der Beschaffenheit der Schlacken, die grün oder schwarz, blasig oder den Frischschlacken ähnlich wurden. Sie verloren alsdann gänzlich ihre Zähigkeit und schwammen zuweilen sehr heftig nach dem Vordertheil des Ofens zu. Bei diesen Umständen hatte der Wind Mühe, durch das mit Erz versetzte Gestell in den Schacht zu dringen und bahnte sich durch den Tümpel einen Weg, indem er, oft sehr heftig, Schlacken, Erz und Kohlen herauswarf. Ein Theil von dem Eisen geht in die Schlacken über, die alsdann sehr fressend werden und, nach einem sehr bezeichnenden Ausdruck der Arbeiter, das Eisen fressen, von welchem wenig und zuweilen gar nichts wird. Dieß rührt daher, daß, da sich die Temperatur sehr vermindert, die Erze, ehe sie sich reduciren, schmelzen und in den Zustand von Silicaten in die Schlacken übergehen. Diese Zufälle erfolgten hauptsächlich daher, daß das Holz nicht hinlänglich verkohlt war, denn sie wurden sofort gehoben, wenn man besser verkohltes Holz aufgab. Man kann hieraus die Nachtheile folgern, welche durch Anwendung des rohen, oder bloß getrockneten Holzes entstehen; während man einen vollkommen regelmäßigen Gang erlangt, wenn das Holz ordentlich verkohlt wird.

Uebrigens werden diese Zufälle auch oft durch die Anwendung der warmen Luft veranlaßt, wodurch besonders das häufigere Kippen der Gichten entsteht, und welches sich auf folgende Weise erklären läßt. Der Zweck der Einführung von erhitzter Luft in einen Ofen ist der, den Erzsatz zu erhöhen, ohne den Kohlensatz zu vergrößern, welches auf eine Ersparung an Brennmaterial hinausläuft. Nun ist es oft der Fall, daß bei einem sehr weiten Ofenschacht die Kohlenschicht, welche den Erzsatz tragen soll, zu schwach ist, wenn derselbe erhöhet wird, und da die Erze, wegen ihres größern spezifischen Gewichts, senkrecht niederzugehen suchen, während die leichtern Kohlen nach der Peripherie zu gehen, so bildet sich im Ofen eine Art von Trichter, in welchem mehr Beschickung als

Kohlen niederfällt, sobald diese den Satz nicht mehr zu tragen vermögen. Auf diese Weise entsteht offenbar das Kippen der Gichten, wenn es nicht die Folgen von einem Hängenbleiben oder von Einstürzungen des Ofenschachtes sind. Es ist daher sehr zweckmäßig, bei dem Betriebe mit erhitzter Luft die Weite der Schächte zu beschränken, damit der alsdann geringe Kohlensatz nicht im Mißverhältniß zu der Weite stehe; oder sind die Schächte einmal weit, so muß der Kohlensatz nicht so sehr vermindert werden, um das Kippen der Gichten herbeizuführen.

Die Erfahrung hat gezeigt, daß durch die Anwendung des neuen Verfahrens der Gang der Hohöfen merklich beschleunigt ist, an einigen Orten um ein Drittel. Zu gleicher Zeit wurde das Roheisen, bei übrigens gleichen Umständen, im Allgemeinen weit grauer, weit hitziger, weit zäher, zeigte sich weicher beim Bohren, Feilen, Drehen ꝛc., erlitt weniger Abgang beim Frischen, sowohl im Herde bei Holzkohlen, als auch im Puddelofen bei Steinkohlen und gab ein besseres Stabeisen. Manches Roheisen, welches bei dem Betriebe der Hohöfen mit gewöhnlichen Kohlen nicht zur Gießerei benutzt werden konnte, kann es jetzt sehr gut.

Anwendung des neuen Verkohlungs-Verfahrens bei den Frischfeuern.

Das Verfahren ist nicht allein bei den Hohöfen, es ist auch mit vielen Vortheilen bei den Frischfeuern anwendbar. Die in dieser Beziehung mit vieler Sorgfalt und Umsicht auf der Hütte von Senuc, von Hrn. Lorcet angestellten und verfolgten Versuche, haben gezeigt, daß bei dem wichtigen Frischprozeß die Brennmaterialien-Ersparung nicht minder bedeutend ist, als bei der Reduction der Erze, und daß auch das dargestellte Eisen eine bessere Qualität habe. Man hat aber auch erkannt, daß man die Verkohlung weiter treiben müsse, als bei dem Hohofenbetriebe, und daß der zweckmäßigste Punkt der sein würde, bei welchem das Holz die Hälfte seines Volums verloren hat, weil durchaus keine Brände vorhanden sein dürfen. Man erhält daher bei der Verkohlung nur 40% statt 50% Vortheil. Jedoch wird dieser Vortheil hinlänglich dadurch compensirt, daß man ein Fünftel Kohlen weni-

ger zum Frischprozeß gebraucht, daß dieser schneller, leichter und mit geringerm Abgang erfolgt.

Diese Verschiedenheit zwischen dem Kohlenverbrauch bei dem alten und bei dem neuen Verfahren rührt daher, daß die bei dem letztern erfolgenden, eine bedeutendere Heizkraft haben, als die durch die gewöhnliche Meilerverkohlung erhaltenen, daher den Frischprozeß beeilen und verhältnißmäßig den Brennmaterialien-Aufwand vermindern.

Die durch Anwendung des neuen Verfahrens bei dem Frischproceß gegen das ältere erlangten Vortheile bestehen im Wesentlichen darin, daß man bei jenem zur Darstellung von 1000 Kilogrammen Stabeisen nur 5¾ Corden (371½ preuß. Kubikfuß) Holz nöthig hatte, bei dem alten Verfahren aber, 9 Kiloliter (291 pr. Kubikfuß), mit Einschluß des Abganges in den Kohlenschuppen, erforderlich waren, welches Kohlenquantum 12½ Klaftern (797½ pr. Kubikfuß) Holz entsprechen. Die bei dem Frischproceß erlangte Brennmaterialien-Ersparniß ist daher noch bedeutender, als die bei der Roheisenerzeugung erreichte. Zu Senuc verkohlt man, früher und jetzt, für den Frischproceß weiches Holz.

Die Verkohlungsöfen werden über und hinter dem Herde vorgerichtet, und man giebt ihnen eine ähnliche Einrichtung wie den für die Hohöfen angewendeten und oben beschriebenen, und da die von den Frischherden sich entwickelnden Gase eine verhältnißmäßig weit stärkere Hitze geben, als die von den Hohöfen emporsteigenden, so ist dieselbe auch mehr als hinreichend, um die Verkohlung des zum Betriebe der Frischfeuer erforderlichen Holzes zu bewirken *). Die zu Senuc, von den Herren Lorcet und Fauveau erbaueten Oefen haben einen flachen Boden und ruhen mit den beiden Enden der Bodenplatten, welche an den Seiten

*) Auf den Herzogl. Braunschweigischen Eisenwerken zu Rübeland, Tanne ꝛc. am Harz hat man unmittelbar über die Frischherde einen Apparat zur Erhitzung der Gebläseluft gelegt. Der Apparat besteht aus bogenförmigen Röhren, ähnlich dem Taylor'schen, auf Taf. V. abgebildeten, und ist von einem Ofen umgeben, der auf einem starken gußeisernen Kranz ruht, welcher über dem Herde angebracht worden ist. Von dem Ofen entweichen die Gase, welche den Apparat erhitzt haben, in die Esse des Frischherdes; sie sind aber noch hinreichend genug, um die über dem Lufterhitzungsapparat angebrachten Verkohlungsöfen zu erhitzen, wie es auch bei den Hohöfen der Fall ist. Der Frischfeuerbetrieb mit erhitzter Luft gewährt aber sehr große Vortheile.

länger sind, als für die Oefen in der Mitte, auf den Seitenmauern. Um diese Oefen gegen die zu starke Hitze zu schützen, ist unter denselben ein Gewölbe von Ziegelsteinen angebracht, welches mit Oeffnungen versehen ist, durch die die Flamme dringt, welche man auf diese Weise auch nach Belieben leiten kann.

Zwar würden zwei Verkohlungsöfen für einen Herd hinreichen, allein da die Kohlen vollständig abgekühlt sein müssen, ehe man sie anwendet, damit sich diejenigen, welche der Frischer neben dem Frischherde aufschüttet, nicht entzünden, welches offenbar der Fall sein würde, wenn man sie noch warm dorthin bringt, wie man sie noch warm auf den Hohofen giebt; so ist es besser, drei oder vier Oefen zu erbauen, ja man kann leicht noch mehr anbringen. Die Oefen zu Senuc haben 1⅔ Kubikmeter räumlichen Inhalt, allein unerachtet dieser Größe, erfolgt die Verkohlung dennoch sehr regelmäßig darin.

Die Anlagekosten

eines solchen Apparates, wie der oben beschriebene ist, giebt Hr. Virlet zu 8000 und mit einem Lufterheizungsapparate zu 10,000 Francs an, indem er die einzelnen Ausgaben spezificirt und das Gewicht eines Ofens zu 1550 Kilogrammen (3255 Pfund) und das eines Löschkastens zu 775 (1627 Pfund) aufführt. Da die Preise des Gußeisens und die Arbeitslöhne in Deutschland jedoch ganz andere und die erstern hier weit geringer sind, so würde eine wörtliche Uebersetzung des mitgetheilten Kostenanschlags wenig helfen.

Allgemeine Bemerkungen.

In dem Vorhergehenden sind mehre Dinge dargethan und auch durch eine zweijährige Erfahrung zu Bièvres und andern Orten bestätigt worden, nämlich: 1) Die Ersparung an Brennmaterial gegen die gewöhnliche Verkohlung, beträgt, sowohl beim Hohofen als Frischfeuerbetriebe, mehr als die Hälfte; 2) in den Hohöfen ist ein Raumtheil von der neuen Kohle gleich einem Raumtheil von der alten und bringt wenigstens dieselbe Quantität und Qualität von Roheisen hervor; 3) in den Frischfeuern dagegen hat ein Raumtheil von der neuen Kohle mehr Wirkung als ein Raum-

theil von der alten, welches, wie schon bemerkt, sicher von der höhern Heizkraft der gewöhnlichen Kohle herrührt. Wenn dieselbe Differenz nicht auch in den Hohöfen bemerkbar ist, so rührt dies daher, daß die neuen, in diesen aufgegebenen Kohlen immer weniger in der Verkohlung vorgeschritten sind als die, welche man beim Frischen anwendet und die daher oft noch eine gewisse Menge von flüchtigen Materien enthalten, welche durch die oft unvollkommene Ofen-Verkohlung nicht entfernt werden konnten und die, indem sie sich verflüchtigen, zum Theil den Ueberschuß der Wärme der neuen Kohle gegen die alte, wieder ausgleichen, welches auch beweist, warum das grüne oder nur getrocknete Holz nie mit ordentlichem Vortheil angewendet werden kann; denn in den Schmelzöfen selbst wird die Verkohlung nur sehr schwierig und nur auf Kosten der innern Wärme bewirkt, welches unabhängig von der Menge des Brennmaterials, welches dazu erforderlich ist, diese Verluste an Wärmestoff wieder herzustellen, nicht ohne Nachtheile ist, auf den Gang des Ofens übel einwirken und Versetzungen bewirken kann, wie dies bei dem Schmelzen mit dem rohen Holz häufig ist, so wie auch eine plötzliche Verminderung der Produktion bewirken kann. Alles dieses beweiset, daß die Verkohlung so regelmäßig als möglich und immer bis zu einem, durch die Erfahrung bestimmten Punkt betrieben werden müsse.

Obwohl man sich aus dem Gesagten hat überzeugen müssen, daß ein Theil von den Vortheilen des neuen Verkohlungsverfahrens hauptsächlich von der Anwendung der, von den Hohöfen und Frischfeuern unbenutzt entweichenden, Hitze abhängt, so ist dies doch nur eine besondere Art der Anwendung des neuen Verfahrens, auf welche es jedoch nicht einzig und allein beschränkt ist. Es ist möglich, daß man unter gewissen Umständen die Verkohlung in getrennten Apparaten vornehmen könnte, indem man zu ihrer Feuerung entweder das Reisholz im Walde selbst, oder Torf, oder jedes andere Brennmaterial von geringem Werth und dessen anderweitige Benutzung ohne Vortheil ist, anwenden könnte. Eben so ließen sich auch die Gase, welche sich bei der Verkohlung entwickeln, wenn man es nicht vorzieht, sie zu Essigsäure und Theer zu verdichten, wiederum zur Verkohlung des Holzes, welches der

Apparat umschließt, benutzen, wenn man es an die gehörigen Punkte leitet und dort entzündet.

In Frankreich und in Deutschland, welche Länder in Beziehung auf die fossilen Brennmaterialien nicht so begünstigt sind, wie England und Belgien, hängt das Eisenhüttengewerke noch sehr von dem Holze ab, und die Verminderung und Vertheuerung desselben muß deßhalb auch einen höhern Preis des Eisens nach sich ziehen. Auf der andern Seite steigt aber das Bedürfniß an Eisen, so daß eine Holzersparung von der größten Wichtigkeit ist, da von dem Eisengewerbe die meisten andern abhängen, denen jenes die nöthigsten Materialien liefert. Die Einführung des neuen Verkohlungsverfahrens muß also nothwendig einen sehr bedeutenden Einfluß ausüben, wenn man bedenkt, daß mit demselben Holzquantum das doppelte Eisenquantum gegen das jetzige Verfahren erzeugt werden kann. Der Preis des Eisens würde demnach zum gleichen Vortheil der Producenten und Consumenten, sehr vermindert werden. Denn es ist, so lange die Eisenproduction eines Landes im In- oder Auslande noch Absatz findet, nicht anzunehmen, daß das von dem Eisenhüttengewerbe durch verbesserte Methoden ersparte Brennmaterial andern Gewerben überlassen, oder im Werthe sinken sollte; sondern es ist weit eher wahrscheinlich, daß neue Hüttenanlagen entstehen und das Productionsquantum werde vermehrt werden. Eine solche Vermehrung der Eisenproduction, die natürlich mit einer Preisverminderung des Eisens verbunden ist, muß außerordentlich zur Einführung der Eisenbahnen beitragen, die als eine der wesentlichsten Hülfsquellen der Industrie, des Handels und der Civilisation, im Allgemeinen anzusehen sind.

Die unmittelbare Gelderspartung und folglich auch die Verminderung der Generalkosten, sind aber nicht die alleinigen Vortheile, welche dem Eisenhüttengewerbe aus der Annahme des neuen Verkohlungsverfahrens erwachsen; sondern es kann alsdann auch das Betriebskapital vermindert werden; es ist eine bei weitem geringere Aufsicht und weit weniger Arbeit beim Einschlagen des Holzes erforderlich, denn dieß kann in größern Stücken zur Hütte gebracht werden, um es den Kreissägen zum weitern Zerschneiden zu übergeben; man ist weniger den Verlusten bei der Waldver-

kohlung durch große Trockniß, Stürme, Regen, Schnee, Hagel, Entzündungen der Meiler u. s. w. ausgesetzt.

Wir müssen aber noch weiter gehen. Eine Verbesserung zieht andere nach sich; so hat die Einführung des Betriebes mit erhitzter Gebläseluft bei dem Eisenhüttenwesen nicht allein eine bedeutende Verbesserung beim Betriebe und eine merkliche Ersparung an Brennmaterial veranlaßt, sondern auch noch andere Veränderungen herbeigeführt, auf die man sonst nicht gekommen wäre, die aber an und für sich schon wesentliche Verbesserungen sind. Der Betrieb mit erhitzter Luft ist es auch, der Veranlassung zu den Versuchen, die Kohlen durch Holz zu ersetzen, gegeben hat, durch welche man wiederum auf das neue Verkohlungsverfahren gelangt ist. So gut man nun auch jetzt einen Theil der Vortheile einsehen kann, welche aus der allgemeinen Anwendung der neuen Verkohlungsmethode hervorgeht, ist man doch nicht im Stande zu sagen, welches die Zukunft sein wird, die es dem Eisenhüttengewerbe vorbereitet und den ganzen Einfluß, welche es auf die Hütten ausüben wird, besonders auf diejenigen, welche noch auf einer niedrigern Stufe der Cultur stehen, und deren es noch genug giebt.

Wir reden nun noch von einem Einwurf, den man häufig gegen die Anwendung des neuen Verkohlungsverfahrens gemacht hat, nämlich den Transport des Holzes, der weit mehr kostet als der Transport der Kohlen, besonders wenn die Waldungen weit von den Hütten entfernt liegen. Es läßt sich zwar nicht widerlegen, daß die größern oder geringern Vortheile des Verfahrens für jede Hütte von der Entfernung derselben von den Holzungen abhängen, allein die meisten Hütten haben doch wenigstens einen Theil des von ihnen zu verbrauchenden Holzes in der Nähe, und da nun durch die neue Verkohlungsmethode ein bedeutender Theil, ja die Hälfte des Holzes, gegen den frühern Betrieb erspart wird, da ferner das neue Verfahren in jedem Verhältniß mit dem alten verbunden werden kann; so muß man aufs deutlichste einsehen, daß seine Vortheile auf jeder Hütte benutzt werden können, indem man dasjenige Holzquantum mit der aus den Hohöfen oder Frischfeuern entweichenden Hitze verkohlt, dessen Transport keine besondern Schwierigkeiten und Kosten veranlassen kann. Je-

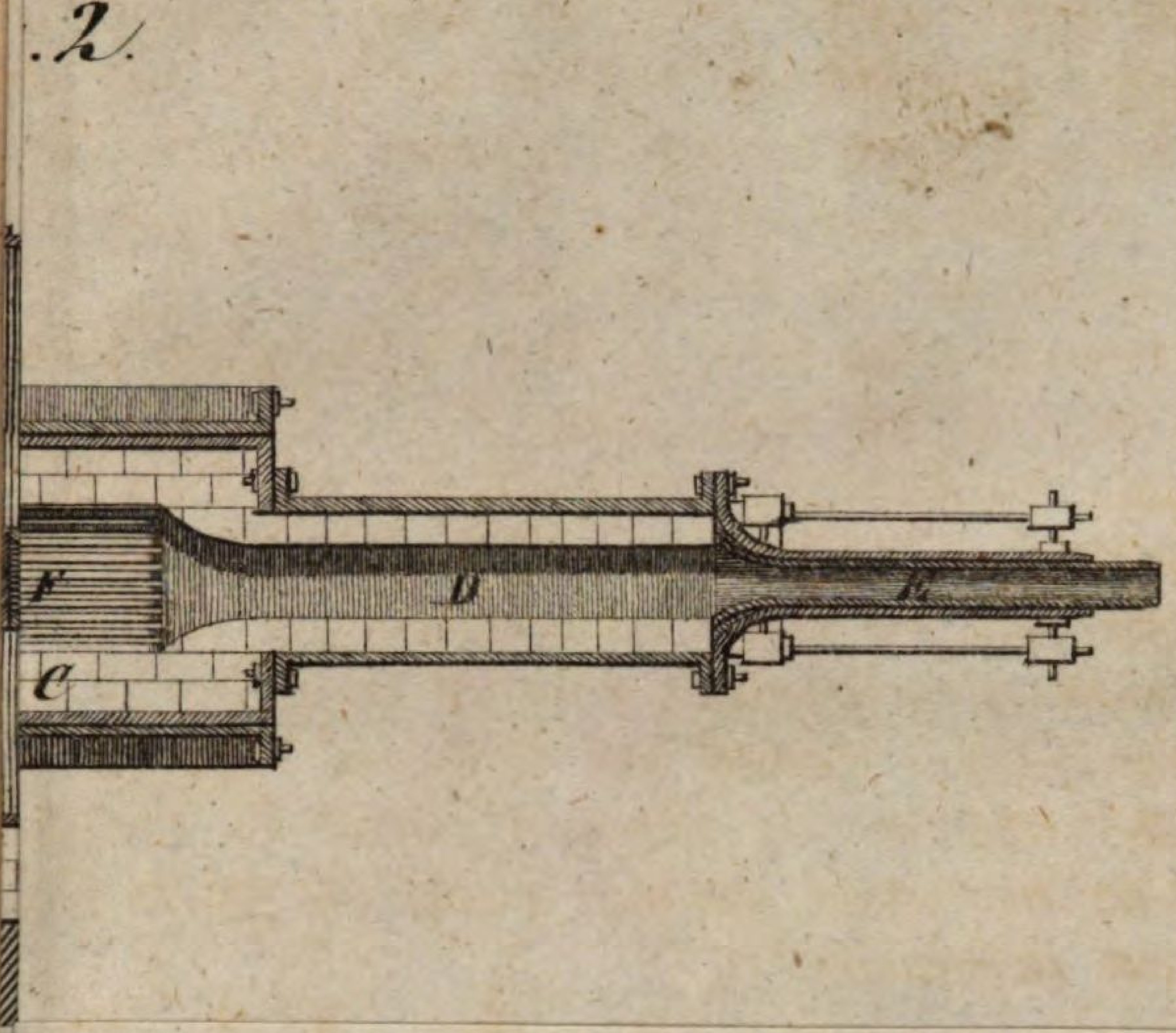
Bayerische Staatsbibliothek München

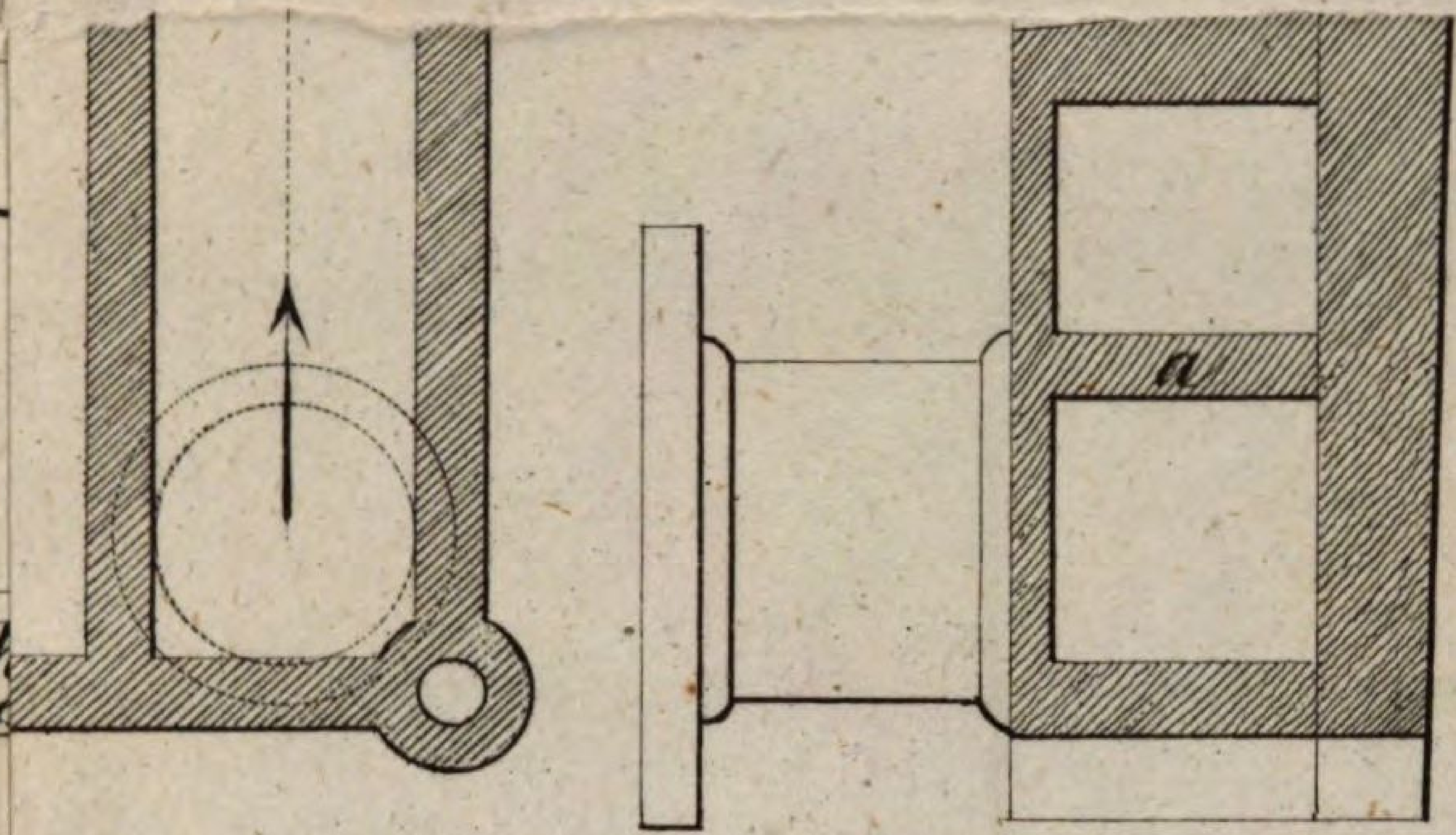
doch müssen für jede Hütte erst besondere Berechnungen angestellt werden, ob es nicht vortheilhafter sein sollte, die Hälfte des Volums als Holz, als das Ganze als Kohlen zu transportiren. Fügt man nun zu den Transportkosten der Kohlen noch einen Theil des bei dem neuen Verfahren ersparten Ankaufspreises für das Holz, so wird man einsehen, daß auch bei einem weiten Transport des Holzes noch Vortheil sein wird.

Alle Einwürfe fallen daher bei einer aufmerksamen Untersuchung der Frage in sich selbst zurück und widerstehen auf keine Weise genauen Berechnungen, bei denen man alle Data des zu lösenden Problems berücksichtigt hat. Jedenfalls hat das Eisenhüttengewerbe durch die neue Verkohlungsmethode einen großen Schritt vorwärts gemacht; man hat ein seit langer Zeit zu lösendes Problem gelöst. Apparat und Verfahren lassen sich ohne Zweifel noch verändern oder verbessern, allein die eigentlichen Schwierigkeiten sind besiegt, und man braucht jetzt nur die Früchte zu suchen und zu sammeln.

Bayerische
Staatsbibliothek
München

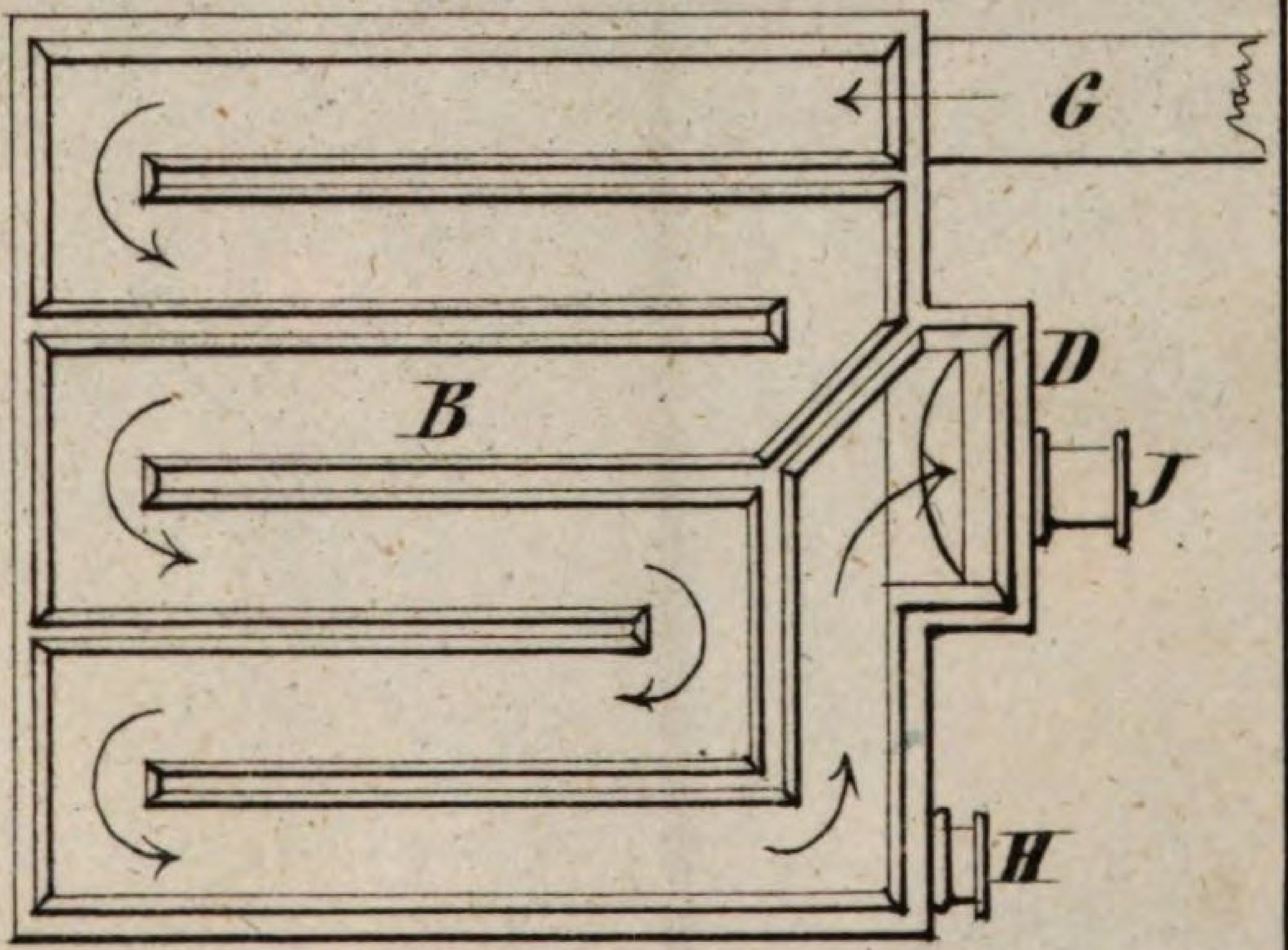
Taf. I.



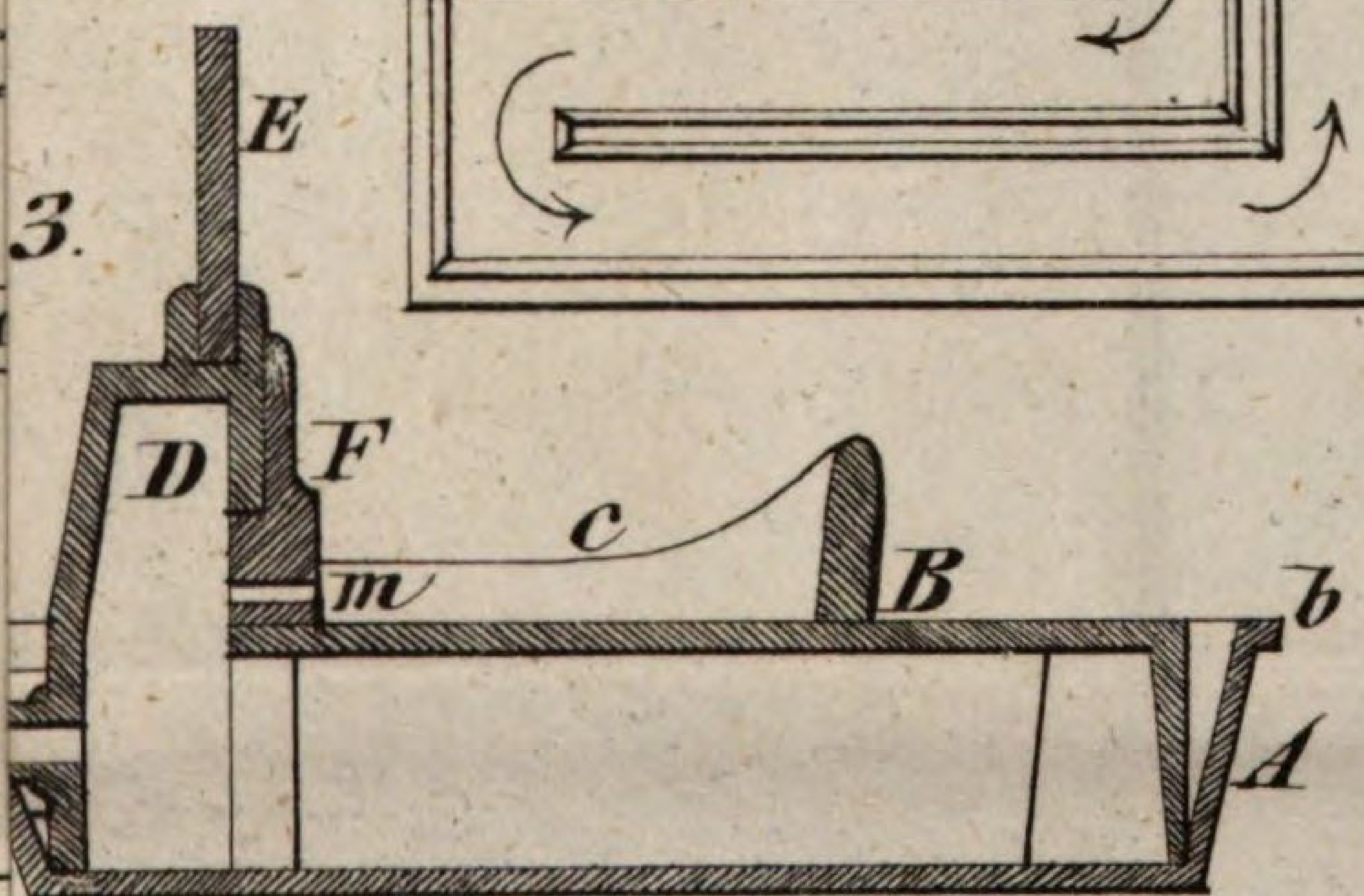


erten

Fig. 4.



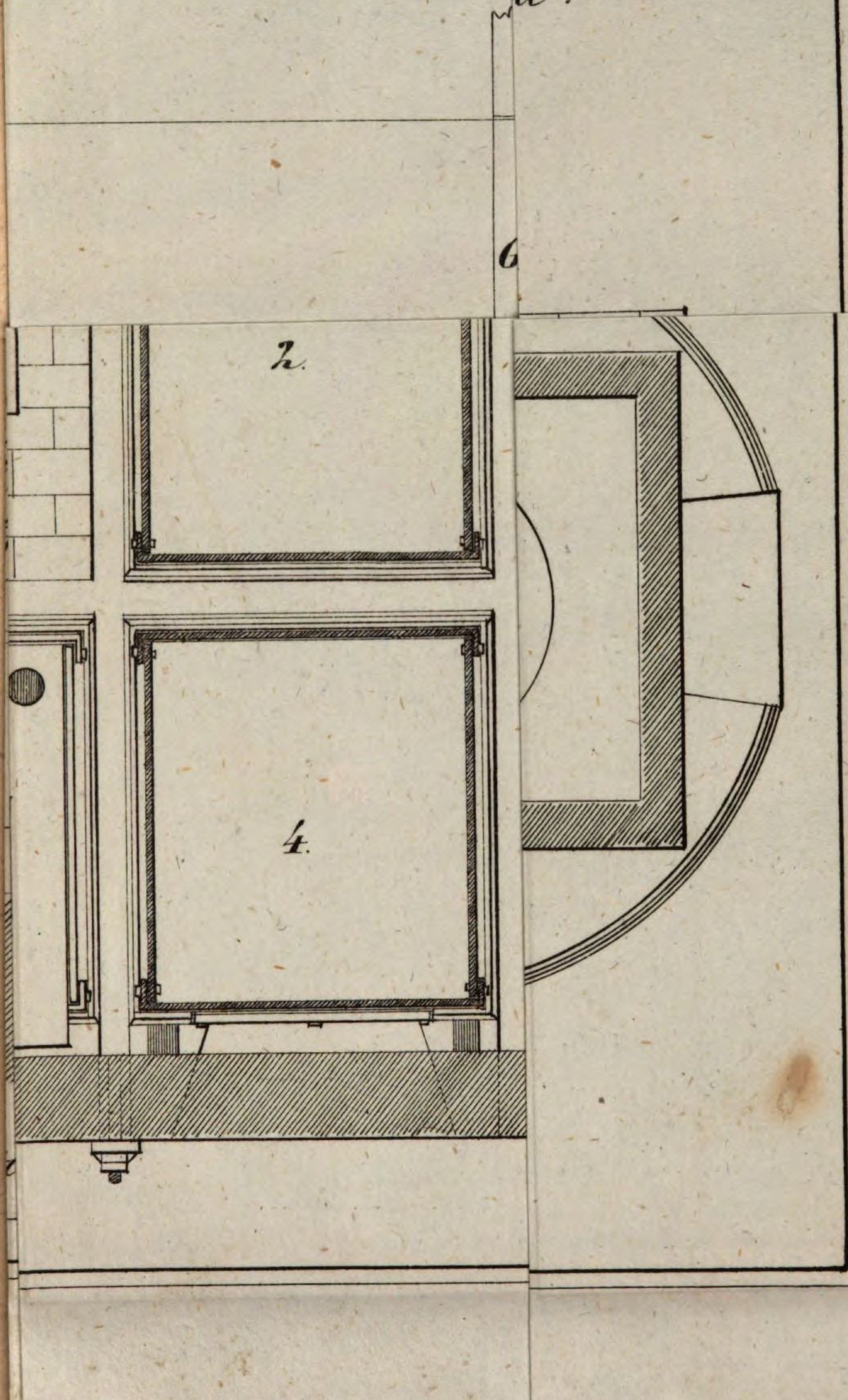
3.



Taf. III.

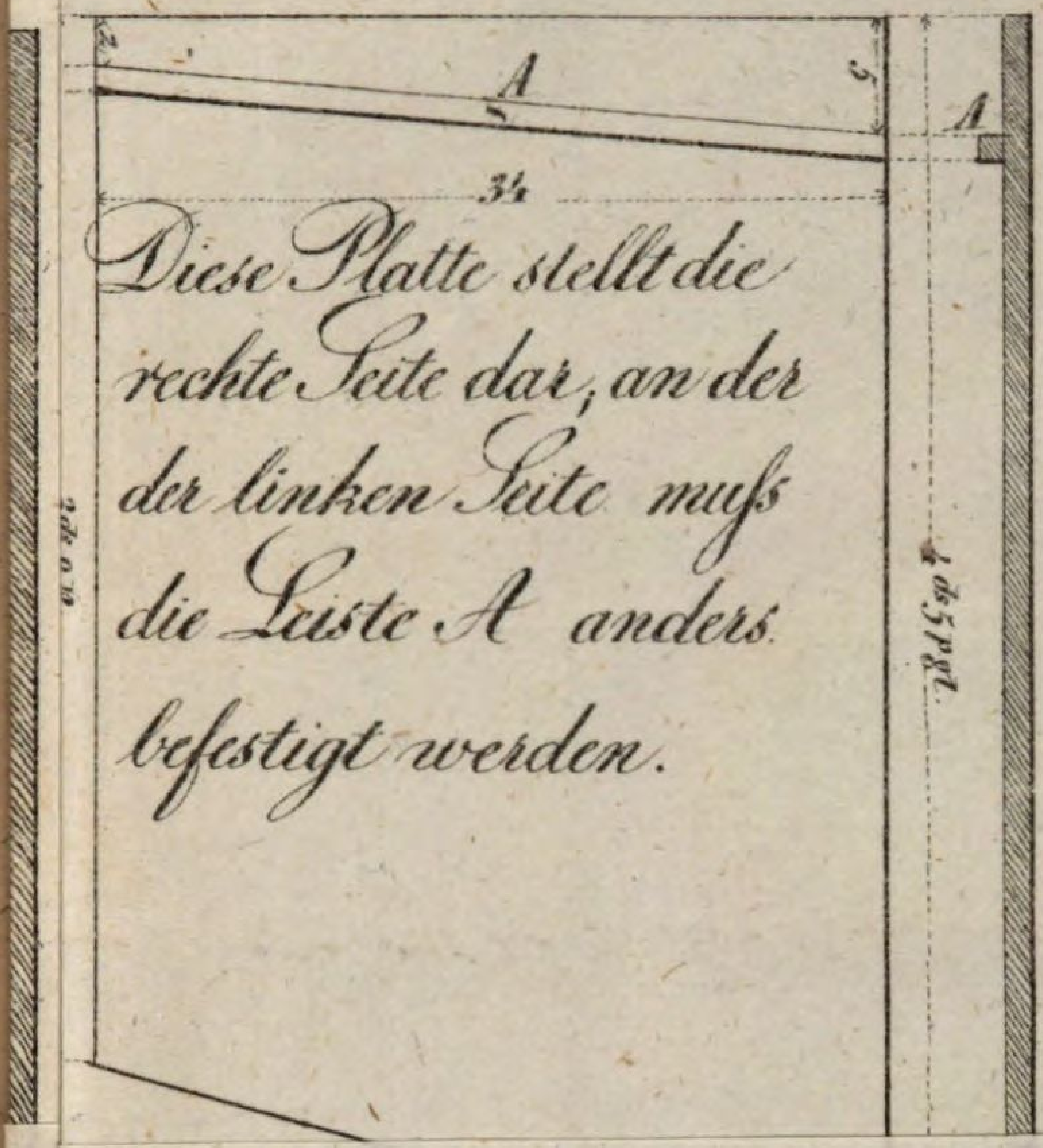
tes hinter der Gicht ea der Herren

u.



Taf: IV.

Seitenplatte

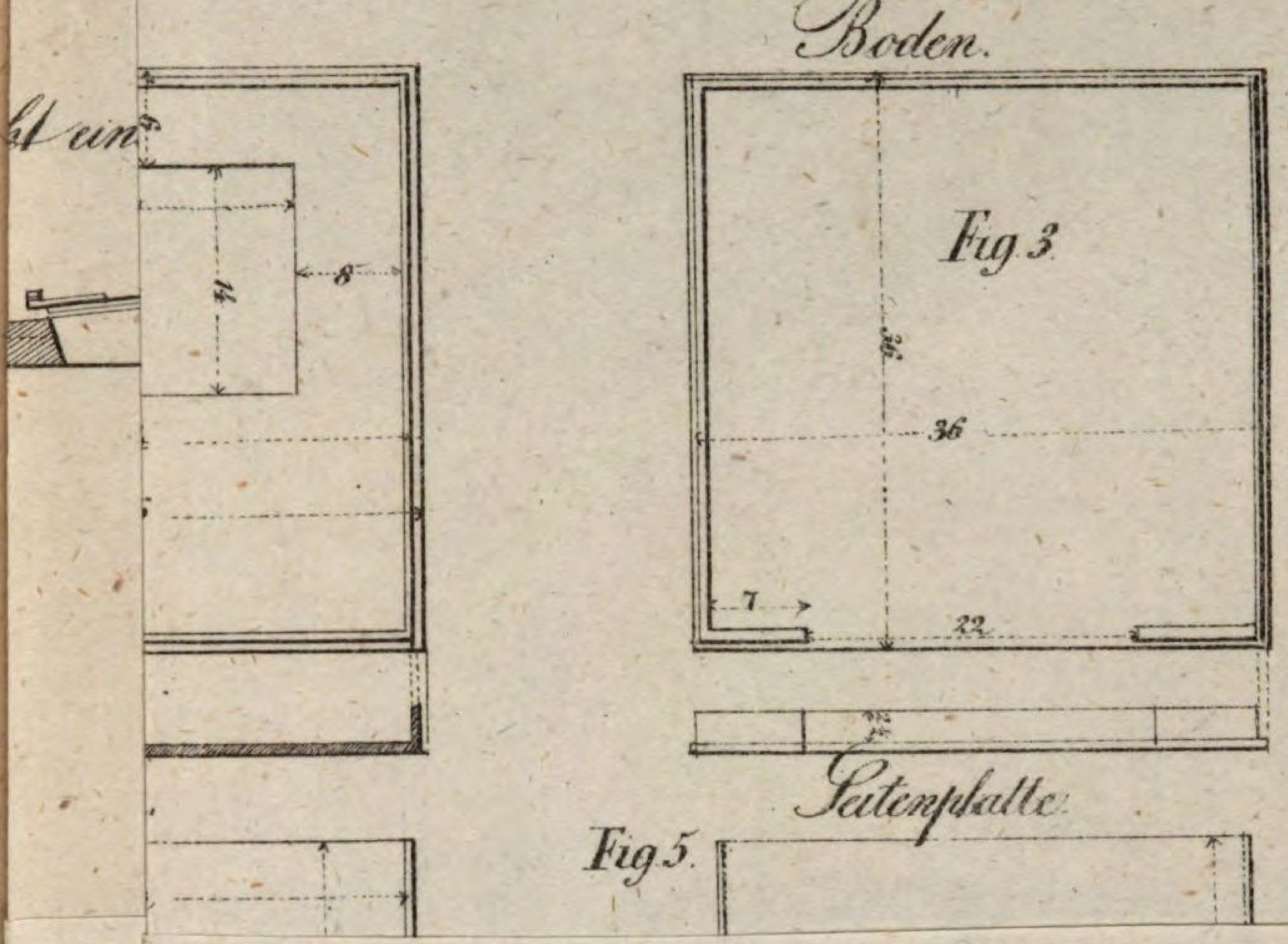


Taf: V.

…latten eines Löschkastens

nach

…t ein



Bayerische
Staatsbibliothek
München

BSB Bayerische StaatsBibliothek
MDZ Münchener DigitalisierungsZentrum Digitale Bibliothek

Hartmann, Carl Friedrich Alexander,

Ueber den Betrieb der Hohöfen, Cupolöfen etc. mit erhitzter Gebläseluft
nebst d. Beschr. eines damit in Verbindung stehenden Holzverkohlungsofens

Bd.: 4

Quedlinburg [u.a.] 1837
BHS I C 48-4
urn:nbn:de:bvb:12-bsb10705972-8